

ТЕРМЕНВОКС

PARADOX MX

• Таймеры для утюга
• Электронный замок
• Виртуальный вольтамперметр
• Средства разработки для МК

...и ещё 14 конструкций

1
2020

ISSN-0033-765X
9 770033 765009 20001

Молодёжный кубок А. С. Попова — 2019 год

(см. статью на с. 51)

Анастасия Калашникова (UB6HPM) из пос. Горячеводский Ставропольского края — победитель в индивидуальном зачёте.



Команда радиостанции R6BW МБОУ СОШ № 68 из пос. Колосистый Краснодарского края (слева—направо): Константин Мирошниченко, Алиса Гулак, Елизавета Еремеева.



Коллективная радиостанция R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края. Ближний ряд: Григорий Аникин (R0AIB), Степан Куцук, Антон Братчиков, Андрей Толщин, второй ряд: руководитель радиостанции Александр Иванович Смахтин (R0AA), Артём Васюк.



Команда радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края (сверху—вниз): Матвей Коновалов (R0A-9), Владислав Ермолович (R0A-12), Максим Нестеренко (R0A-10).

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. За инструментом "Paradox MX" исполнительница на терменвоксе Ирина Золотова (см. статью на с. 30).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ПОХОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК
ЦМУ С ПРОГРАММНЫМИ ФИЛЬТРАМИ
ИГРУШКА-АНИМАТРОНИК
ТОНАЛЬНАЯ ПРОЗВОНКА

Тираж журнала «Радио» № 12 сдан для рассылки подписчикам 05.12.2019 г.



1•2020
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.12.2019 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 04469-19

Уважаемые читатели!

Поздравляем Вас с Новым 2020 годом!

В наступающем году тематика журнала останется традиционно прежней. Мы планируем размещать статьи уже известных авторов и новых, впервые публикующих описания своих разработок. Вы также можете стать одним из авторов журнала "Радио". Мы постараемся выбрать статьи, которые будут наиболее интересны всем нашим читателям.

Семь лет назад мы организовали подписку на электронную версию журнала "Радио" — копию традиционного "бумажного" издания в виде компьютерного файла формата pdf, который можно читать на персональных и планшетных компьютерах, ноутбуках и нетбуках. Сейчас в электронном виде доступны журналы за 2012—2019 гг. Продолжается подписка и на следующий год. Её стоимость на 12 месяцев осталась прежней — 600 руб., но эту сумму Вы заплатите при оплате подписки в редакции. В случае оплаты через банк или какие-либо платёжные системы стоимость может быть больше на величину комиссии. Подписаться на электронную версию можно с любого месяца. Например, если это сделать с января 2020 г. и оплатить 600 руб., Вы получите № 1—12 за 2020 г. Для того чтобы оформить подписку на электронную копию, необходимо на нашем сайте по адресу **el.radio.ru** заполнить поля формы, указав в них номер, с которого Вы хотите получать журнал, фамилию, имя, отчество, дату рождения, почтовый адрес, адрес электронной почты и контактный телефон. Все эти данные необходимы для однозначной идентификации оплатившего подписку. После нажатия на кнопку "Оформить подписку" будет сформирована квитанция для оплаты подписки на электронную копию журнала на 12 месяцев в отделении Сбербанка России, которую следует распечатать и по ней произвести оплату. Оплатить по нашим реквизитам, указанным в квитанции, можно и через другие банки или платёжные системы. При оплате через платёжные системы обязательно указывайте свои фамилию, имя, отчество, а также год и номер, с которого Вы хотите получать журнал. Подписчикам на электронную копию журнала "Радио" необходимо ознакомиться с договором по адресу **http://www.radio.ru/subscribe/oferta.pdf** на нашем сайте. После поступления денег на наш расчётный счёт Вы получите уведомление и будете получать журналы по мере их выхода на адрес электронной почты, указанный при регистрации в поле "E-mail". Информацию о дате отправки очередного номера читайте на главной странице нашего сайта (**www.radio.ru**). Вопросы по электронной копии журнала присылайте на адрес электронной почты <**zakaz@radio.ru**>.

Напоминаем, что продолжается конкурс "Лучшие публикации 2019 года". Приглашаем всех читателей стать заочными членами жюри этого конкурса. Напишите нам, какие, на Ваш взгляд, материалы, опубликованные в журнале "Радио" в 2019 г., заслуживают быть отмеченными премиями. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи, номер журнала, в котором она опубликована, а также премию (первая, вторая, третья, поощрительная), которую заслуживает статья. Число указанных материалов не должно превышать восьми. Ваше мнение мы сможем учесть, если Вы отправите письмо не позднее **31 марта 2020 г.** (по почтовому штемпелю). Письмо можно направить и по электронной почте на адрес **mail@radio.ru** с обязательной пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2019 года". По традиции читатели, назвавшие правильно не менее четырёх статей, признанных лучшими, получат наши призы.

Желаем всем читателям журнала "Радио" в наступающем году доброго здоровья, удачи и творческих успехов!

Редакция

HPC — инструмент мирового развития

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Существует и лучший мир, но там всё очень дорого".

(Из учебника по "Цифровой экономике")

Термин HPC (High-Performance Computing — высокопроизводительные вычисления) появился сравнительно недавно и представляет собой раздел прикладной информатики, занимающийся поиском путей решения задач, требующих значительных вычислительных ресурсов. Прежде всего, там, где необходимо решать величайшие мировые научные проблемы, и инженерные и учёные умы из каждой области знаний могут подсказать какие именно. Очень сложные задачи всё ещё остаются нерешёнными без серьёзных вычислительных ресурсов. К ним относятся прогнозирование природных катастроф, лечение пока ещё неизлечимых заболеваний, исследования вселенной и многое другое. В настоящее время растёт интерес к HPC со стороны бизнеса, и уже появляются успешные примеры использования данной технологии.

В развитых странах на самом высоком уровне HPC уже используются в интересах государственной безопасности и реагирования на различные угрозы от техногенных аварий и прочих ЧС до терроризма, а также прогнозирования социальных, политических и прочих последствий тех или иных экономических преобразований. На следующем уровне — промышленная и исследовательская сферы, которые включают в себя промышленное производство, здравоохранение, нефтегазодобычу, естественные науки и, разумеется, финансы.

Развитие HPC долгое время шло в контексте очень ограниченного числа сценариев их практического использования, что было связано, в том числе, и с дефицитом соответствующей вычислительной техники. Достигнутый технический прогресс налицо, и многие востребованные в самых разных отраслях инновационные разработки создаются с помощью HPC. Вместе с этим меняется роль ИТ-компаний, которые превратились из довольно немногочисленного "клуба любителей суперкомпьютеров" и решения отдельных научных проблем в поставщиков, весьма востребованных в современном цифровом мире услуг. Поэтому сфера HPC развивается невероятно высокими темпами, и многие заказчики решений HPC, активно использующие локальные центры обработки данных, начинают внедрять облачные вычисления, способные повысить эффективность работы конечных пользователей, гибкость и экономичность.

Предприятия многих отраслей совсем недавно получили практическую возможность собирать и хранить огромный объём первичных данных, детально описывающих буквально каждое движение, которое кем-либо и для каких-либо целей предпринимается в бизнесе. Возможность обработки этих данных с целью получения не только понятного для бизнеса, но и при этом на 100 % обоснованного результата (в большинстве случаев либо классификация текущих событий, либо прогноз на будущее) — довольно сложная задача, которая по большей части ещё только обсуждается в профессиональных кругах. Впрочем, с появлением практических результатов интерес к данной теме возрастает. В настоящее время появляется всё больше специалистов в данной области, которые на основе имеющихся у них академических знаний создают математические модели, применимые для решения той или иной бизнес-задачи. Эти решения "обкатываются" в отраслевых сообществах и на индустриальных площадках, проверяются, уточняются, классифицируются. Сама дисциплина Machine Learning (машинное обучение, являющееся частью разработки искусственного интеллекта) делится на отдельные поднаправления, среди которых одним из наиболее заметных является Deep Learning (глубокое обучение), и идеология HPC, разумеется, находит здесь своё место. Так постепенно создаётся весьма зрелая инфраструктура обработки первичных данных для целей бизнеса и формируется своего рода промышленный конвейер движения этих данных к конечному бизнес-результату.

Считается, что окупаемость HPC более чем в два раза превышает вложенные капитальные средства. В частности, на производстве объединение и дополнение физических моделей САПР с цифровыми двойниками данными с датчиков Интернета вещей и моделями искусственного интеллекта и глубокого обучения позволяют выявлять и прогнозировать аномальное поведение продуктов и их сбой. Эта функция профилактического обслуживания помогает выполнять оптимальные корректирующие действия, повышать качество технического обслуживания продуктов и ускорять разработку новых продуктов. В нефтегазовой отрасли, требующей высокопроизводительных вычислений, рабочие задачи, такие как обработка сейсмических данных и имитация функционирования резервуаров, интегрируются со средствами аналитики, что позволяет оптимизировать добычу и поставку сырой нефти и обеспечивает снижение стоимости одного барреля продукта.

Объединение инструментов 3D-моделирования и симуляции, а также интеграция и анализ информации, взятой из историй болезни пациентов и многих других пулов данных (геномных данных, данных визуализации, клинических, поведенческих данных, данных об эффективности лекарственных средств, медицинских отчётов и т. д.), намного повышают качество лечения. Более того, такой подход позволяет составлять планы лечения, проводить хирургические процедуры, совершенствовать конструкцию медицинского оборудования, получать более высокие результаты лечения пациентов, а также помогает переводить отрасль здравоохранения на модель медицинского обслуживания с высокой ценовой эффективностью.

Для успешной рыночной деятельности требуется проводить множество сложных операций финансового моделирования, включающих тысячи вычислительных задач длительностью от нескольких секунд до нескольких минут. Обычно эти вычисления выполняются в крупномасштабных средах HPC и требуют сотни мегабайт данных, таких как историческая стоимость обыкновенных акций за несколько лет. Однако для каждой задачи обычно используется только небольшая часть этих данных, которая должна обязательно интегрироваться со средствами анализа рисков, чтобы финансовые организации могли успешно соблюдать строгие и сложные нормативные требования.

Тем временем драйверами дальнейшего роста использования HPC выступают задачи моделирования работы человеческого мозга и точного прогноза погоды. Требуемая для них мощность превосходит сегодняшние ресурсы в 100000 раз, и её достижение прогнозируется лишь к 2030 г.

В целом HPC используют сконцентрированную вычислительную мощность для решения задач, требующих большого объёма вычислений и данных, включая моделирование и рендеринг (процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы), которые не по силам стандартным рабочим станциям. Иначе говоря, возникшие проблемы не могут быть решены на обычном компьютере в течение разумного периода времени или выполнение невозможно из-за ограниченности доступных ресурсов (требуется слишком много данных). Так вот HPC — это подход к преодолению подобных ограничений путём использования специализированного или высокопроизводительного оборудования (суперкомпьютеров) или накопления



вычислительной мощности от нескольких устройств.

Как известно, многие сложные задачи можно решать методом параллельных вычислений, когда любой отдельно взятый процесс выполняется независимо от результатов выполнения других процессов. А для этого можно воспользоваться несколькими относительно небольшими вычислительными системами (узлами), сгруппированными в вычислительные кластеры. Вычислительный кластер — это группа компьютеров (серверов), которые работают вместе и составляют единый унифицированный вычислительный ресурс. Каждый узел работает под управлением своей копии операционной системы. Такие вычислительные кластеры позволяют быстро и с относительно небольшими затратами решать комплексные задачи и могут располагаться целиком в центре обработки данных (ЦОД). Подобный подход широко применяется в финансовом моделировании, проектировании и компьютерной анимации. Подчас такие термины, как HPC-система, высоконагруженная система, высоконагруженный кластер, highload-система и суперкомпьютер обычно используются в рассматриваемой здесь области знаний как синонимы.

Благодаря увеличению числа центральных процессоров (ЦП) и узлов увеличивается вычислительная мощность, которая позволяет за единицу времени выполнять больше операций. Эффект увеличения вычислительной мощности называется ускорением, определяемым как соотношение между временем выполнения в параллельной системе и временем выполнения в последовательной системе.

При построении кластера встаёт задача, как распределять нагрузку между серверами. Для этого используется балансировка нагрузки, которая, кроме самого распределения, выполняет ещё ряд других задач, например, повышение отказоустойчивости (при выходе из строя одного из серверов система будет продолжать работать) и защита от некоторых типов атак.

В машинах с общей памятью и произвольным доступом (RAM) память может быть доступна всем процессорам. Между тем в кластерах распределённой памяти она недоступна между различными процессорами или узлами. При использовании распределённой памяти должно быть надёжное и скоростное сетевое соединение с малыми задержками для отправки сообщений между процессорами (или для использования других механизмов связи), поскольку они не имеют доступа к одному и тому же пространству памяти. Поэтому большинство кластеров HPC оснащены именно такими сетями, чтобы оперативно доставлять данные между различными узлами. Современные системы HPC часто представляют собой гибридную реализацию обеих концепций, поскольку некоторые устройства совместно используют общее пространство памяти, а некоторые нет.

Задачи, решаемые HPC, подразделяются на две категории: высокопроизводительные ("обычная" задача за малое время или "тяжёлые" задачи, которые иначе решить невозможно) или большое количество "небольших" задач. Соответствующее распределение данных и операций между несколькими подразделениями требует концепции распараллеливания. Многие типы задач можно разделить на более мелкие части или подзадачи. Меньшие части могут быть построены, например, декомпозицией данных (параллелизм данных) или декомпозицией задач (параллелизм задач). Степень связи между этими подзадачами влияет на степень их распараллеливания.

Важным качественным показателем кластера является масштабируемость. Система является масштабируемой, если она способна увеличивать производительность пропорционально дополнительным ресурсам. Масштабируемость можно оценить через отношение прироста производительности системы к приросту используемых ресурсов. Чем ближе это отношение к единице, тем лучше. Также под масштабируемостью понимается возможность наращивания дополнительных ресурсов без структурных изменений центрального узла системы.

Масштабирование архитектуры высоконагруженной системы может быть горизонтальным и вертикальным. Вертикальное масштабирование заключается в увеличении производительности системы за счёт увеличения мощности сервера. Главный недостаток вертикального масштабирования в том, что оно ограничено определённым пределом. Ведь технические характеристики "железа" нельзя увеличивать бесконечно. Однако на самом деле вертикальная компонента присутствует практически всегда, а универсального горизонтального масштабирования как такового не существует. Горизонтальное масштабирование заключается в увеличении производительности системы за счёт подключения дополнительных серверов. Именно горизонтальное масштабирование является сейчас фактически стандартом. Существует также такой термин, как диагональное масштабирование, подразумевающее одновременное использование обоих подходов.

Современному заказчику нужно не просто уметь решать задачи, а решать их быстрее и лучше, чем это получалось на HPC предыдущего поколения. Поэтому хочется всё самое-самое от процессоров до сетей. Технические требования к HPC также находятся в постоянной динамике. Сегодня идёт борьба за экзафлопные вычисления, и уже пошли разговоры о зеттафлопных. А ведь, помимо "супержелеза", необходимо иметь соответствующее ПО, позволяющее максимально использовать вычислительные ресурсы. Помимо денег, на HPC нужны рабочие площади и электроэнергия. Тем более, что иным суперкомпьютерам уже требуются многие мегаватты, как ЦОДам. Если говорить по-хозяйски, то физически HPC-система должна помещаться в отведённом для неё зале и потреблять разумное количество электроэнергии.

Кстати, о флопсах. При измерении производительности кластеров и суперкомпьютеров обычно используется пиковая производительность — теоретический предел производительности для данных процессоров и максимальная производительность, которую данный кластер или суперкомпьютер достигает при решении практических задач. FLOPS (флопс — производная от Floating-point Operations Per Second) — внесистемная единица, используемая для измерения производительности, показывающая, сколько операций с плавающей точкой в секунду выполняет данная вычислительная система. А ещё Flops — это общий тест для определения рейтинга скорости работы процессоров. Операции с плавающей точкой подразумевают любые операции, которые связаны с дробными числами. Такие операции занимают гораздо больше времени в отличие от операций с целыми числами. Большинство современных процессоров включают блок для вычисления операций с плавающей точкой (FPU), который является специализированной частью микропроцессора и отвечает за выполнение операций с плавающей точкой. Flops-измерения фактически измеряют скорость FPU.

Одним из важнейших достоинств показателя флопс является то, что он до некоторых пределов может быть истолкован как абсолютная величина и вычислен теоретически, в то время как большинство других популярных мер являются относительными и позволяют оценить испытуемую систему лишь в сравнении с рядом других. Эта особенность даёт возможность использовать для оценки результаты работы различных алгоритмов, а также оценить производительность вычислительных систем, которые ещё не существуют или находятся в разработке.

Несмотря на кажущуюся однозначность, в реальности флопс является достаточно плохой мерой производительности, поскольку неоднозначным является уже само его определение. Под операцией с плавающей запятой может скрываться масса разных понятий, не говоря уже о том, что существенную роль в данных вычислениях играет разрядность операндов, которая также нигде не оговаривается. Кроме того, величина флопс подвержена влиянию очень многих факторов, напрямую не связанных с производительностью вычислительного модуля, таких как пропускная способность каналов связи с окружением процессора, производительность основной памяти и синхронность работы кэш-памяти разных уровней.

Всё это, в конечном итоге, приводит к тому, что результаты, полученные на одном и том же компьютере с помощью разных программ, могут существенным образом отличаться. Более того, с каждым новым испытанием разные результаты можно получить при использовании одного алгоритма. Отчасти эта проблема решается соглашением об использовании единообразных тестовых программ. Самый распространённый тест для измерения производительности называется Linpack с усреднением результатов, но со временем возможности компьютеров перерастают рамки

принятого теста, и он начинает давать искусственно заниженные результаты, поскольку не задействует новейшие возможности вычислительных устройств. К некоторым системам общепринятые тесты вообще не могут быть применены, в результате чего вопрос об их производительности остаётся открытым. Кстати, Linpack используется при составлении рейтинга суперкомпьютеров TOP-500. Сам рейтинг появился сравнительно недавно, а весь перечень всемирных достижений в суперкомпьютерах приведён в **таблице**.

Некоторые ранние достижения в суперкомпьютерах выглядели так:

— ЭНИАК (1946 г.) — 300 флопс (при массе 27 т и энергопотреблении 150 кВт);

— IBM 709 (1957 г.) — 5 кфлопс;

— БЭСМ-6 (1968 г.) — 1 Мфлопс (операции деления);

— Cray-1 (1974 г.) — 160 Мфлопс;

— БЭСМ-6 на базе Эльбрус-1К2 (1980-е годы) — 6 Мфлопс (операции деления);

— Эльбрус-2 (1984 г.) — 125 Мфлопс;

— Cray-2 (1985 г.) — 1,9 Гфлопс;

— Cray Y-MP (1988 г.) — 2,3 Гфлопс;

— Электроника СС БИС (1991 г., двухмашинный вариант) — 500 Мфлопс;

— ASCI Red (1993 г.) — 1 Тфлопс;

— Fujitsu FX-1 (2008 г.) — 121 Тфлопс;

— BM Blue Gene/L (2006 г.) — 478,2 Тфлопс;

— Cray Jaguar (2008 г.) — 1,059 Пфлопс;

— IBM Roadrunner (2008 г.) — 1,042 Пфлопс;

— Ломоносов (2011 г.) — 1,3 Пфлопс; ну и так далее...

По состоянию на июнь 2019 г. верхняя часть TOP-500 остаётся в основном неизменной. Это — два суперкомпьютера, построенных IBM, Summit и Sierra, установленных в Национальной лаборатории Ок-Риджа (ORNL) Министерства энергетики США в штате Теннесси и Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса в Калифорнии, соответственно, сохраняют первые две позиции в списке. Оба получают свою вычислительную мощность от процессоров Power 9 и графических процессоров NVIDIA V100. Система Summit немного улучшила результаты по сравнению с шестью месяцами ранее, показав рекордные 148,6 Пфлопс, в то время как система номер два Sierra остаётся неизменной на уровне 94,6 Пфлопс.

Далее идёт Sunway TaihuLight — система, разработанная Китайским национальным исследовательским центром параллельной вычислительной техники и технологии (NRCPC) и установленная в Национальном суперкомпьютерном центре в г. Уси, занимает третье место с производительностью 93 Пфлопс. Она оснащена более десяти миллионами процессорных ядер SW26010.

Под номером четыре находится суперкомпьютер Tianhe-2A (Milky Way-2A), разработанный Китайским национальным университетом оборонных технологий (NUDT) и развёрнутый в Национальном суперкомпьютерном центре в Гуанчжоу. Он использовал комбинацию процессоров Intel Xeon и Matrix-2000 для достижения результата HPL 61,4 Пфлопс.

Frontera — единственный новый суперкомпьютер в первой десятке, он достиг своего пятого места с производительностью 23,5 Пфлопс. Эта система Dell C6420, работающая на процессорах Intel Xeon Platinum 8280, установлена в Техасском центре передовых вычислений Техасского университета.

Производительность компьютеров	Год	Примечание
Флопс (10^0)	1941	
Килофлопс (10^3)	1949	
Мегафлопс (10^6)	1964	
Гигафлопс (10^9)	1987	
Терафлопс (10^{12})	1997	
Петафлопс (10^{15})	2008	
Эксафлопс (10^{18})	2020?	Ожидалось в 2016 г.
Зеттафлопс (10^{21})	?	
Йоттафлопс (10^{24})	?	

Среди современных российских HPC лидирует "Ломоносов-2", занимающий 93-е место рейтинга TOP-500 с производительностью 2,478 Пфлопс. Кроме него, в TOP-500 на 365-м месте находится суперЭВМ главного вычислительного центра Росгидромета.

Создатели рейтинга отмечают, что в списке растёт доля китайских систем. Уже год назад китайские суперкомпьютеры занимали 45 % рейтинга. Системы из США занимают 22 %, но в среднем они более производительны. Если считать именно по суммарной производительности, то США лидирует с 38 %, а Китай находится на втором месте с 31 %. Также в списке лидеров по числу суперкомпьютеров Япония, Великобритания, Франция, Германия и Ирландия. У остальных стран в списке менее десяти систем.

Важно отметить, что сейчас в списке 429 суперкомпьютеров, которые демонстрируют свыше 1 Пфлопс в тесте Linpack, хотя менее года назад таких систем было лишь 272.

Если говорить о производителях систем, лидером остаётся Lenovo, которая создала 140 суперкомпьютеров. Также среди лидеров есть Sugon (57), Cray (49), HPE (46), Bull (22), Fujitsu (15), Huawei (14), Dell EMC (13) и IBM (12).

Вы спросите, а что же наши? В настоящее время Россию опережают в рейтинге не только явные технологические лидеры, но ещё десяток стран. Для сравнения, Китай представлен в рейтинге 219 суперкомпьютерами, США — 116 (уступая по числу, США обгоняют Китай по средней мощности), далее следуют Япония (29), Франция (19), Великобритания (18), Германия (14), Ирландия (13 одинаковых кластеров Lenovo C1040). Прежде чем что-то иметь, надо ставить соответствующие задачи, в том числе и по цифровой экономике. К тому же в своё время отечественная компьютерная индустрия получила ряд чувствительных ударов, начиная с "лженауки кибернетики" в 50-е и заканчивая "мы всё купим" в 90-е годы. Кто их нанёс? Люди, не обладающие, очевидно, стратегическим и инженерным мышлением. Как результат — на рубеже тысячелетий Россия, где был всего один крупный центр МСЦ РАН, практически не была представлена в суперкомпьютерной индустрии. Однако ближе к середине 2000-х в отрасли произошёл перелом, и российские системы начали появляться в Top-500.

Сегодня по числу суперкомпьютеров в Топ-500 Россия делит позиции с Финляндией, Испанией, Швецией и Тайванем. Правда, в этих странах суперкомпьютеры помощнее, но это не так важно, в этой отрасли ситуация довольно быстро меняется. Вопрос только в том, когда она изменится к лучшему в России?

Объём глобального рынка высокопроизводительных HPC-серверов продолжает расти, причём за прошлый год сумма продаж достигла 14 млрд долл. Эти серверы, разумеется, произведены не у нас, но, очевидно, этим тоже надо заниматься в процессе импортозамещения. На суперкомпьютеры в мире потрачено 5,4 млрд долл. Не будем забывать, что HPC — флагман развития новых технологий, но подчас приходится слышать, что отечественному суперкомпьютингу не хватает задач. С другой стороны, если уж "погружаться" в HPC, то следует понимать, что по закону Мура вычислительная мощность компьютеров удваивается лишь за полтора года, а новые задачи могут появляться непрерывно, причём решение одних порождает возникновение следующих, более сложных. Растущая доступность вычислительных мощностей также стимулирует стремительное развитие технологий и конкуренцию между ИТ-компаниями.

Конечно, вряд ли Россия в обозримом будущем займёт верхнюю часть рейтинга. Создание HPC на уровне приведённой выше первой пятёрки требует огромного бюджета. К примеру, стоимость суперкомпьютера Summit оценивалась примерно в 200 млн долл., исходя из чего 1 Пфлопс его мощности стоит около 1 млн долл. К тому же России необходимо строить новые суперкомпьютеры на основе отечественных технологий и процессоров, чтобы развивалась вся индустрия и связанная с HPC экосистема. Конечно, для этого требуются большие инвестиции. Но ведь это инвестиции в будущее страны.

*По материалам **cnews.ru, ixbt.com, tadviser.ru, parallel.ru, intel.ru, hpe.com, habr.com, liberatum.ru, huawei.com, itweek.ru, itfollow.ru, dic.academic.ru, top500.org***

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. "Минкомсвязь не поддерживает идею цифровизации радио, поскольку это приведёт к кратному увеличению количества радиостанций, к чему рынок сейчас не готов", — заявил замминистра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций России Алексей Волин.

"Мы являемся категорическими противниками идеи цифровизации радио", — сказал Волин на выставке NATEXPO, отвечая на вопрос о развитии цифрового радио. Он рассказал, к чему, по его мнению, может привести переход радио на цифровой формат.

"Если мы говорим про цифровое радио, мы имеем в виду переход радио на цифровой формат, который позволит кратно увеличить количество действующих радиостанций. Ничего более эффективного для убийства рынка радио придумать нельзя, поэтому мы являемся категорическими противниками цифровизации радио и увеличения в разы количества игроков на этом рынке. Не переварит у нас рынок такое количество игроков", — пояснил Волин свою позицию (источник — URL: **https://ria.ru/20191106/1560635362.html** (21.11.19)).

13 ноября генеральный директор РТРС, президент Российской Академии Радио Андрей Романченко выступил с докладом "Стратегия развития индустрии радио в России" на IX Международной конференции "Радио в глобальной медиаконкуренции".

"Чтобы сохранить и укрепить рынки аудитории и доходов, нам нужно работать в трёх направлениях. Необходимо развивать продукты для повышения контентной конкурентоспособности на рынке СМИ. Нужно наращивать аудиторию за счёт качественного технологического присутствия в цифровых средах. И, наконец, развивать новые клиентские сервисы, технологичность планирования и размещения радиорекламы", — сказал Андрей Романченко.

По его словам, академия ждёт от государства непосредственного участия в регулировании отрасли. Прежде всего, нужно законодательно определить термин "радио" и ограничить возможности его использования онлайн-сервисами, которые не соответствуют определению.

Важной темой доклада стало создание индустриальной радиоплатформы RADIOPLAYER.RU — агрегатора всех лицензированных радиостанций России. Ожидается, что агрегатор поможет сформировать единую для потребителя точку входа в онлайн и в цифровые автомобильные системы.

Конференция собрала 200 профессионалов радиоиндустрии из России и из пяти зарубежных стран: Австралии, Белоруссии, Великобритании, Германии и Узбекистана (источник — URL: **https://moscow.rtrs.ru/press/news/andrey-romanchenko-predstavil-strategiyu-razvitiya-industrii-radio/** (21.11.19)).

АДЫГЕЯ. ГТРК "Адыгея" в зимнем сезоне транслирует программы иновещания на коротких волнах по следующему расписанию:

по понедельникам — с 18.00 до 19.00 на адыгейском, арабском и турецком языках;

по пятницам — с 18.00 до 19.00 на адыгейском языке;

по воскресеньям — с 19.00 до 20.00 на адыгейском языке.

Всё вещание ведётся на частоте 6000 кГц, мощность передатчика — 100 кВт, азимут — 188 градусов. Послушать эти передачи на сайте можно, пройдя по ссылке **http://www.adygtv.ru/programs/radio-inoveshchanie/broadcasted/** (21.11.19)).

АМУРСКАЯ ОБЛ. "Амурский областной радиотелевизионный передающий центр" сообщает о начале вещания радиостанции "Радио России" с 15 ноября на частоте 107,1 МГц в пос. Невер и прилегающих к нему территориях.

В декабре 2019 г. планируется запуск вещания радиостанции "Радио России" в двух населённых пунктах: на частоте 106,2 МГц — в г. Тынде, на частоте 103,4 МГц — в г. Зее.

Кроме того, с 25 октября на частоте 107,3 МГц ведётся вещание радиостанции "Вести FM" в г. Благовещенске (источник — URL: **https://asn24.ru/news/society/70241/** (21.11.19)).

БАШКОРТОСТАН. В последних числах октября состоялся запуск вещания радиостанции Energy в очередном городе Республики Башкортостан. На частоте 102,8 МГц станция зазвучала в г. Бирске. Он стал седьмым городом республики, где вещает эта радиостанция.

Energy уже успела зарекомендовать себя на медиарынке Башкирии — более четырёх лет она работает в городах Уфа (частота вещания — 88,2 МГц), Салават и Стерлитамак (частота вещания — 107,7 МГц). С 2018 г. она звучит в г. Сибае (частота вещания — 98 МГц) и в г. Учалы (частота вещания —106,2 МГц), а в июле этого года эту станцию услышали жители г. Нефтекамска (частота вещания — 105,8 МГц) (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/17783** (21.11.19)).

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. ПАО "Ростелеком" проинформировал о прекращении трансляции программ "Радио России" в г. Гусь-Хрустальном с 1 ноября 2019 г. С этого момента ФГУП РТРС организует трансляции программы "Радио России" своими средствами. Наладить сигнал программы радиослушатели могут теперь (орфография источника сохранена) на частотах 106 МГц и 106,1 МГц (источник — URL: **http://gusadmin.ru/news/news.php?ID=57241** (21.11.19)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. Религиозная радиостанция "Радио ВЕРА" 13 ноября начала вещание в эфире г. Вологды на частоте 96 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_20020** (21.11.19)).

"Радио России" постепенно переводит вещание в диапазон CCIR (87,5...108 МГц). Специалисты работают в сёлах Верховажье и Сямже. Здесь будут установлены передатчики, в том числе для трансляции радиопередач из вологодской студии. Таким образом, для приёма сигнала "Радио России" необходимо перенастроить приёмники. Частота передачи в Верховажье — 103,2 МГц, в Сямже — 101,8 МГц (источник — URL: **https://вести35.рф/video/2019/10/24/_radio_rossii_postepenno_perehodit_v_zonu_fm_chastot** (21.11.19)).

Радиостанция "Новое радио" с 18 ноября появилась в эфире г. Вологды на частоте 95,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradiovologda?w=wall-187940651_32** (21.11.19)).

КАРЕЛИЯ. Радиостанция "Радио родных дорог" в конце октября начала вещание в г. Петрозаводске. Жители города северного сияния и белых ночей теперь тоже могут слушать главные песни большой страны на частоте 99,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_12658** (21.11.19)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Rock'n'roll FM" (слоган — "Первое мужское") продолжает расширять географию своего вещания. С 13 ноября её можно слушать в г. Анапе на частоте 87,9 МГц (источник — URL: **https://vk.com/id474645304?w=wall474645304_852** (21.11.19)).

11 ноября в эфире г. Армавира появилась радиостанция "Маруся ФМ" ("Marusya FM") на частоте 99,3 МГц, а 8 ноября — в г. Анапе на частоте 88,3 МГц (источники — URL: **https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_7730** и **https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_7644** (21.11.19)).

Радиостанция "Новое радио" с 18 ноября начала работу в г. Тихорецке на частоте 89,9 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_665405** (21.11.19)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. К сети вещания радиостанции "Радио Дача" в начале октября присоединилось с. Ермаковское, частота вещания — 101,5 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/6632.htm** (21.11.19)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. 16 ноября епископ Выборгский и Приозерский Игнатий и руководитель радио "Град Петров" протоиерей Александр Степанов подписали соглашение о сотрудничестве между Выборгской епархией и радиостанцией "Град Петров" — первой православной радиостанцией, которая начала своё вещание в г. Выборге. Её можно услышать на частоте 102,3 МГц.

Выборжане и жители окрестностей Выборга услышат новости и передачи о культуре и общественной жизни, истории, богословии и философии. Радио-

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

станцию можно принимать на расстоянии 30...50 км от г. Выборга (источник — URL: **https://www.gradpetrov.ru/den-za-dnem/radio-gradpetrov-v-vyborge/** (21.11.19)).

ЛИПЕЦКАЯ ОБЛ. 2 ноября в эфире г. Липецка появилась радиостанция "Маруся ФМ" на частоте 98,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_7461** (21.11.19)).

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. 29 октября филиал РТРС "Мурманский ОРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" в селе Алакуртти на частоте 103,1 МГц. Вещание ведётся с включением региональных врезок ГТРК "Радио Мурман". Трансляция "Радио России" в диапазоне OIRT (65,9...74 МГц) в Алакуртти прекращена (источник — URL: **https://murmansk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-radio-rossii-v-fm-diapazone-v-alakurtti/** (21.11.19)).

ОМСКАЯ ОБЛ. Специалисты омского филиала РТРС монтируют антенно-фидерные устройства для УКВ-передатчиков "Радио России" на радиомачтах в Тарском и Усть-Ишимском районах. Оборудование заменит передатчики, вещающие в диапазоне OIRT (65,9...74 МГц). Работы выполняются по заказу ВГТРК.

До конца года планируется заменить передатчики в Черлакском, Исильсульском, Называевском районах. Также планируется смонтировать новые передатчики на радиомачтах в Одесском и Шербакульском районах. Возможность слушать передачи "Радио России" дополнительно появится у 25 тысяч жителей области.

Оборудование отечественного производства будет подключено к системе дистанционного контроля и управления. Это позволит повысить качество и надёжность трансляции радиопрограмм (источник — URL: **https://omsk.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/omskiy-filial-rtrs-rasshiryaet-geografiyu-veshchaniya-radio-rossii-v-regione/** (21.11.19)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. "Радио России" покорило новую высоту. Теперь не только в г. Пензе, но и в шести районах области можно услышать новости и авторские программы. В Городищенском районе — на частоте 100,9 МГц, в Иссинском районе — на частоте 107,7 МГц, в Малосердобинском районе — на частоте 105,4 МГц, в Никольском районе — на частоте 107,3 МГц, в Неверкинском районе — на частоте 105,1 МГц. В Пачелмском районе вещание осуществляется на частоте 103,6 МГц, в г. Пензе — на частоте 94,2 МГц (источник — URL: **https://russia58.tv/news/332322/** (21.11.19)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. Совсем скоро жители г. Кунгура станут слушателями радиостанции "Соль FM". Получено разрешение на вещание на частоте 91,5 МГц. Начало вещания — весна 2020 г. (источник — URL: **https://vk.com/solfm?w=wall-124518429_77705** (21.11.19)).

ТОМСКАЯ ОБЛ. 13 ноября филиал РТРС "Томский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Новое радио" в г. Томске на частоте 99,2 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://tomsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-novogo-radio-v-tomske/** (21.11.19)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Авторадио" продолжает расширять покрытие вдоль федеральных трасс. В рамках проектной работы, направленной на развитие региональной сети "Авторадио", запущено вещание радиостанции в г. Ефремове.

"Авторадио-Ефремов" уже некоторое время работает в тестовом режиме. В ходе пуско-наладочных работ были проведены замеры зоны вещания по трассе М4 "Дон". Результаты показали точки перекрытия с соседними передатчиками "Авторадио" в городах Туле и Ельце. Запуск передатчика в г. Ефремове значительно увеличил зону уверенного приёма радиостанции на большом участке трассы М4 "Дон".

При движении по М4 "Дон" из Тулы в Ефремов в районе развязки на Волово необходимо перейти с частоты 104,4 МГц ("Авторадио-Тула") на частоту 98 МГц ("Авторадио-Ефремов"). По пути из Ефремова в сторону Тулы уверенный приём "Авторадио-Ефремов" осуществляется до населённого пункта Доробино, затем приёмник надо переключить на "Авторадио-Тула". Тех же, кто осуществляет поездку из Ефремова в сторону Ельца по альтернативному бесплатному участку трассы М4 "Дон", уверенный приём "Авторадио-Ефремов" будет до населённого пункта Яркино Липецкой обл. (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/17808** (21.11.19)).

Радиостанция "Первое сетевое" начала работу 18 ноября на частоте 103,4 МГц в г. Ефремове (источник — URL: **https://vk.com/official_pervoesetevoe?w=wall-93328626_17923** (21.11.19)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. В ноябре филиал РТРС "Урало-Сибирский РЦ" приступил к переводу вещания программ "Радио России" в Тюменской области с диапазона OIRT на диапазон CCIR. 1 ноября филиал перевёл трансляцию "Радио России" в селе Исетском на частоту 100,8 МГц с использованием передатчика мощностью 100 Вт.

Современное радиопередающее оборудование будет установлено ещё в 15 населённых пунктах юга Тюменской области. Это — сёла Абатское, Армизонское, Аромашево, Бердюжье, Большое Сорокино, Викулово, Гагарино, Заводоуковск, Казанское, Масали, Сладково, Шабаново, Юргинское, Ярково и в городе Тобольске. Передатчики мощностью от 100 до 1000 Вт охватят сигналом радиостанции "Радио России" большинство районных центров и близлежащие к ним населённые пункты.

В г. Тюмени программы "Радио России" уже транслируются на частоте 90,8 МГц (источник — URL: **https://tyumen.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-po-vsey-tyumenskoy-oblasti/** (21.11.19)).

УЛЬЯНОВСКАЯ ОБЛ. В г. Димитровграде на частоте 100 МГц с 30 октября вещает Radio Voyage ("Радио Вояж"). Это первое полностью местное радио (источник — URL: **https://vk.com/dimitrovgradio?w=wall-17588636_1185** (21.11.19)).

ЧУКОТКА. Специалисты Чукотского филиала РТРС завершили монтаж оборудования, которое обеспечило жителей сёл Усть-Белая и Снежное устойчивым радиосигналом. Теперь они могут слушать "Радио России" в CCIR-диапазоне. В Усть-Белом вещание производится на частоте 100,1 МГц, в Снежном — на частоте 100,5 МГц.

"В настоящее время аналогичное оборудование уже установлено в пгт Эгвекинот и в селе Амгуэма. В ближайших перспективах подключение пос. Провидения и трёх сельских поселений Чукотского района", — прокомментировал начальник цеха филиала РТРС в Чукотском АО Николай Гаранин (источники — URL: **https://www.prochukotku.ru/news/main/20191109/9674.html** и **https://anadyr-mr.ru/about/info/news/6042/** (21.11.19)).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. 1 ноября филиал РТРС "Урало-Сибирский РЦ" перевёл трансляцию "Радио России" в г. Ноябрьске и селе Мужи Шурышкарского района Ямало-Ненецкого автономного округа в диапазон CCIR. Это стало началом масштабного проекта по переводу региональной сети эфирного вещания "Радио России".

Вещание в г. Ноябрьске на частоте 101,1 МГц ведётся с помощью передатчика мощностью 100 Вт. Вещание в Мужах на частоте 102,2 МГц ведётся с помощью передатчика мощностью 30 Вт.

Современные передатчики мощностью от 30 до 250 Вт будут установлены ещё в десяти населённых пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа. Это Салехард, Губкинский, Красноселькуп, Надым, Арсарка Приуральского района, Газ-Сале, Пангоды, Тарко-Сале, Харп, Яр-Сале (источник — URL: **https://yanao.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-yanao/** (21.11.19)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ГЕРМАНИЯ. Религиозная радиостанция "Missionswerk Friedensstimme" в зимнем сезоне транслирует передачи на русском языке только по субботам по следующему расписанию:

— 12.00 — 12.30 — на частоте 13710 кГц для Дальнего Востока;

— 16.00 — 16.30 — на частоте 6060 кГц для Восточной Европы.

(источник — объявление радиостанции).

ИРАН. Расписание трансляций на русском языке радиостанции "ParsToday" на зимний сезон:

— с 03.20 до 04.20 — на частоте 9550 кГц в направлении Казахстана;

— с 13.20 до 14.20 — на частоте 9835 кГц (Западная Россия, Прибалтика, Украина, Беларусь и страны Кавказа) и на частоте 1449 кГц (Западная Туркмения);

— с 19.20 до 20.20 — на частоте 702 кГц в направлении Западной Турк-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

мении (источник — URL: **https://parstoday.com/ru/radio/frequencies** (21.11.19)).

ТАДЖИКИСТАН. Программы на русском языке (иновещание) транслируются радиостанцией "Голос таджика" (Ovozi Tojik, Voice of Tajik) ежедневно с 08.00 до 10.00 на частоте 7245 кГц. Помимо русского, на этой же частоте ведутся трансляции на арабском, английском, таджикском, фарси, дари, узбекском и хинди языках (источник — расписание радиостанции).

США. Расписание трансляций радиостанции WHRI (World Harvest Radio International) на русском языке в зимнем сезоне: с 03.30 до 04.00 по воскресеньям на частоте 7520 кГц, в эфире передача "Your Story Hour" ("Час твоего рассказа") (источник — URL: **https://familybroadcastingcorporation.com/whr/whr-iframe-page/?search=Angel2** (21.11.19)).

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

С 29 ноября программам региональных телеканалов выделено по пять часов в день в рамках первого мультиплекса цифрового эфирного телевидения. Региональные врезки будут транслироваться на телеканале ОТР утром и вечером. Вещать на ОТР в формате врезок получат возможность обязательные общедоступные телеканалы субъектов РФ.

5 ноября региональные программы в эфире ОТР появились в двух тестовых субъектах: Омской и Калининградской областях.

В ночь с 7-го на 8 ноября в десяти регионах России произвели переконфигурацию сети. Замминистра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ Алексей Волин сообщил, что следующее переключение произошло в ночь на 12 ноября. К 20-м числам, отметил замминистра, будет переключена сеть по всей стране, а с 29 ноября начнётся вещание (источник — URL: **https://ria.ru/20191108/1560728319.html** (21.11.19)).

ИНФОРМАЦИЯ

На странице <**http://www.hfcc.org/data/b19/index.phtml**> сайта Международной организации по координации частот (HFCC) выложены данные о скоординированных частотах зимнего радиовещательного сезона B19. Прямая ссылка на скачивание базы: <**http://www.hfcc.org/data/b19/b19allx2.zip**>.

Хорошего приёма и 73!

Средства разработки программ для микроконтроллеров на основе ядра Cortex

А. НИКОЛАЕВ, г. Боготол Красноярского края

Опубликовав статьи [1] и [2], автор продолжает тему в новой статье, рассказывая о средствах разработки программ.

Среда разработки программ (IDE — Integrated Development Environment) обычно включает в себя несколько важных вещей — редактор текста программы, его компилятор, по возможности, отладчик или симулятор микроконтроллера и программатор. Если микроконтроллер рассчитан на загрузку программы через последовательный порт, то в качестве программатора можно использовать упрощённый вариант в виде переходника USB-COM.

В предлагаемой статье будут рассмотрены различные варианты сред разработки (IDE), от которых, конечно, зависят производительность и удобство написания программы и её последующей отладки. Среда разработки должна включать в себя как минимум редактор текста и компилятор с языка программирования в загрузочный код, "понятный" микроконтроллеру. Всё остальное можно решить с помощью сторонних программ.

Редактор текста используют для подготовки исходного текста программы и его редактирования. Для удобства работы он должен обладать хотя бы некоторыми из следующих функций:

— подсветку синтаксиса, поскольку наиболее часто ошибки возникают от неправильно написанных имён операторов и переменных. Намного удобнее, если операторы выделены в тексте одним цветом, зарезервированные слова — другим и т. д. Очень сильно помогает подсветка ошибок;

— возможность "сворачивать" тексты функций. Это сильно помогает при работе над большим по объёму текстом, в котором трудно ориентироваться, а до нужного места долго добираться;

— автодополнение особенно помогает, если с началом ввода имени функции на экране отображаются ожидаемые варианты её названия и параметров;

— поиск заданного фрагмента текста. От его удобства зависят скорость поиска и исправления ошибок, а также возможность разобраться в работе стороннего кода.

Важны и другие полезные возможности редактора. Например, интеграция с системами контроля версий, поддержка макросов, облегчающие жизнь программисту в его нелёгком труде блочное выделение и редактирование выбранного фрагмента сразу по всему тексту, подсветка парных скобок и прочее.

Начнём рассмотрение со среды разработки Keil MDK компании ARM [3]. Она включает в себя среду µVision [4] (на момент написания статьи её стабильная версия — 5.28), компилятор языка C/C++, операционную систему реального времени (RTOS), отладчик, симулятор и набор дополнительных компонентов для ускорения разработки. Позволяет разрабатывать программы для всех микроконтроллеров, использующих процессорные ядра ARM, а их более пяти тысяч. Не многие системы могут похвастаться такой возможностью.

Среда разработки µVision управляет проектами, собирает итоговый загрузочный код из исходного текста программы согласно сценарию. Редактирование текста программы и её отладку выполняют на одном рабочем месте. Возможности текстового редактора не очень впечатляющи, но необходимый набор функций всё же имеется. Редактор производит впечатление немного спартанского, лишнего в нём действительно мало. Но свои функции выполняет.

Для скачивания компилятора с сайта можно воспользоваться Интернет-ссылкой [4]. Там нужно пройти по ссылке [5], заполнить форму (обязательны все поля) и нажать в её нижней части на экранную кнопку Submit. Если всё введено правильно, откроется страница с прямой ссылкой на скачивание компилятора. Объём скачиваемого файла — около 900 Мб.

После скачивания и установки ядра среды разработки (MDK Core) нужно установить для выбранных микроконтроллеров дополнительные программные пакеты. Менеджер пакетов запустится автоматически. Выберите нужный микроконтроллер на вкладке "Devices" и отметьте на правой вкладке "Packs" модули, которые потребуются для работы с ним.

База данных микроконтроллеров содержит подробную информацию о них. Здесь хранятся конфигурационные данные и ссылки на источники дополни-

тельных сведений. При добавлении нового устройства в проект все его уникальные опции устанавливаются автоматически.

Менеджер проектов служит для объединения отдельных текстов программных модулей и файлов в группы, обрабатываемые по единым правилам. Такая группировка позволяет намного лучше ориентироваться среди множества файлов.

Встроенный редактор облегчает работу с исходным текстом за счёт многооконного интерфейса и выделения цветом синтаксических элементов языка программирования. Существует возможность выбора цветов отображения этих элементов в соответствии с пожеланиями пользователя. Редактировать текст можно не только при подготовке программы, но и во время её отладки.

Средства компиляции, ассемблирования и компоновки проекта предназначены для создания исполняемого (загрузочного) модуля программы. Функция глобальной оптимизации позволяет достичь наилучшего использования ресурсов микроконтроллера. Есть возможность подключать внешний компилятор, если по каким-либо причинам не подходит встроенный.

Отладчик-симулятор позволяет отлаживать программу на виртуальной модели микроконтроллера. Работа его ядра и периферийного оборудования (портов ввода—вывода, таймеров, контроллеров прерываний) моделируется достаточно достоверно. Для облегчения комплексной отладки возможно подключение программных моделей нестандартного оборудования.

Число и набор дополнительных утилит, облегчающих выполнение наиболее распространённых задач, меняется от версии к версии. В их число входят:

— Source Browser, содержащая базу программных символов для их быстрого поиска;

— Find in Files, предназначенная для поиска заданного фрагмента во всех файлах указанной папки или проекта;

— Tools Menu позволяет пользоваться сторонними утилитами;

— PC-Lint анализирует исходный текст программы с выделением потенциально опасных мест;

— Flash tool — программатор FLASH-памяти микроконтроллеров.

Хотя MDK Core — платная среда разработки, она имеет бесплатную версию MDK-Lite с ограничением объёма сгенерированного загрузочного кода, который не может превышать 32 Кбайт.

Следующий коммерческий продукт [6] выпущен фирмой IAR Systems. Объём последней на момент подготовки статьи его версии 8.40 — более 1 Гбайт. Эта версия — ознакомительная и имеет некоторые ограничения. После установки на компьютер её нужно зарегистрировать и выбрать один из двух возможных вариантов использования: с ограничением до 30 дней продолжительности использования или Kickstart с ограничением объёма кода, но без ограничения по времени. После регистрации программы будет прислан по электронной почте регистрационный ключ, который нужно ввести в программу для дальнейшей работы с ней.

Рассмотрим немного подробнее ограничения этих версий.

Компилятор 30-дневной версии будет работать только 30 дней. Размер кода на языке C — не более 12 Кбайт, исключая его часть, занимаемую константами. Эту версию нельзя применять для разработки коммерческих продуктов.

В версии Kickstart объём кода ограничен до 32 Кбайт и не поддерживается библиотека C-RUN.

В обеих бесплатных версиях в дистрибутив не включены исходные тексты библиотек времени выполнения. Отсутствует поддержка стандарта MISRA, улучшающего безопасность, переносимость и надёжность программ для встраиваемых систем. Они имеют ограниченную техническую поддержку.

Среда разработки Code Composer Studio (CCS) [7] предназначена для работы только с DSP и ARM-процессорами фирмы Texas Instruments (TI). Среда имеет оптимизирующий компилятор языков высокого уровня C/C++, редактор исходного текста, среду сборки проекта, отладчик, профилировщик и некоторые другие, полезные для разработки программ функции. Среда работает на платформе Eclipse с расширенными возможностями встроенной отладки. Есть интересный вариант работы с облачными инструментами [8], но для этого нужно пройти регистрацию и иметь постоянное подключение к Интернету.

Для работы CCS необходим лицензионный файл, который определяет, что именно будет доступно. Кроме платной версии, есть и бесплатная, но она имеет ограничение по времени использования и размеру сгенерированного кода.

Нельзя не рассказать ещё об одной распространённой среде разработки — Arduino IDE. Сегодня она считается слабой, поскольку не имеет многих необходимых для работы средств: нет системы контроля версий, возможности отладки, профилировщика и т. п. Но её несомненный плюс — простота использования. Для начинающих это прекрасная возможность войти в мир микроконтроллеров и начать работать с ними. Среда, которую можно скачать по адресу [9], абсолютно бесплатна.

Взяв её за основу, можно создать связку, достаточную для начала работы с микроконтроллерами. Это будет редактор плюс компилятор плюс программатор для микроконтроллеров STM32. Необходимо лишь скачать с сайта GitHub по ссылке [10] компилятор с библиотеками для этих микроконтроллеров.

Распакуйте его туда, где установлена сама Arduino IDE, т. е. в папку hardware (~/arduino-1.8.8/hardware/). Путь указан относительный, поскольку на разных компьютерах среда Arduino IDE может быть установлена в разных местах. Далее запустите Arduino IDE и перейдите в окно "Инструменты→ Текущая плата→Менеджер плат". Откроется список поддерживаемых средой разработки микроконтроллеров и плат. В нём найдите пункт Arduino SAM Boards (32-bits ARM Cortex-M3) и выберите его. Слева внизу будут показаны версии, доступные для установки, и экранная кнопка "Установить". Оставьте самую старшую версию, нажмите на эту кнопку и подождите, пока пакет будет скачан из Интернета и установлен. По завершении установки закройте окно менеджера плат.

Чтобы выбрать для работы нужную плату или микроконтроллер, вновь откройте окно "Менеджер плат". Выбор там будет небольшой: несколько отладочных плат, которые можно приобрести в Интернете. Есть общие настройки под серии микроконтроллеров STM32F103C, STM32F103R, STM32F103T, STM32F103V, STM32F103Z, есть поддержка микроконтроллеров STM32F407 и STM32F405.

Среда разработки Atollic TrueSTUDIO [11] не так давно была куплена фирмой STMicroelectronics. Теперь она стала бесплатной, но поддерживает только микроконтроллеры STM32. Среда создана на основе Eclipse, использует много программ с открытым исходным текстом, в том числе CDT, GCC и GDB. Для компиляции и сборки проекта используют GCC, отладкой заведует GDB, работающая с популярными отладчиками ST-Link и J-Link.

Поддерживается трассировка и профилирование загрузочного кода, что позволяет ускорить отладку и оптимизировать программу либо по времени исполнения, либо по объёму. Среда дополнена анализатором стека. Он полезен при вызванном переполнением стека странном поведении программы, когда она начинает выполнять случайные участки кода.

При создании сложных программ можно использовать операционные системы, например, FreeRTOS и другие. Для контроля над изменениями в программе можно использовать системы контроля версий Subversion (SVN), Git или CVS. Загрузить их можно по адресу [12].

Оптимальнее всего использовать связку TrueSTUDIO с STM32CubeMX [13]. Она позволит быстрее настроить микроконтроллер под конкретную периферию, заодно STM32CubeMX создаст рабочий проект под конкретную среду разработки.

System Workbench [14] также работает на платформе Eclipse с компилятором GCC. Она создана исключительно для поддержки всего множества выпускаемых микроконтроллеров STM32 и отладочных плат с ними. По функциональным возможностям совместима с TrueSTUDIO. Это бесплатное средство без ограничений на использование и размер создаваемой программы, только для его скачивания нужно будет пройти регистрацию на сайте. Среда содержит все инструменты, необходимые разработчику, поддерживает библиотеки SPL и HAL

для работы со встроенной периферией, поддерживает стек USB и ОС для микроконтроллеров. Имеет встроенный отладчик и поддерживает отладку через ST-Link.

С System Workbench тесно работает и STM32CubeMX — визуальный графический редактор для конфигурирования микроконтроллеров семейства STM32. После визуальной настройки микроконтроллера он генерирует инициализационный код на языке С. STM32CubeMX значительно упрощает создание встраиваемой программы, ускоряет начальный процесс инициализации и настройки, не требует от начинающих досконального знания документации на микроконтроллер, позволяет обойтись начальными сведениями о его аппаратной и программной архитектуре.

Для опытных программистов STM32CubeMX также полезен, поскольку позволяет облегчить труд программиста, уменьшить продолжительность разработки и этим уменьшает стоимость разработки программы.

Для начала работы с STM32CubeMX нужно, прежде всего, в пункте меню "New Project" выбрать нужный микроконтроллер или отладочную плату. Предлагаются три варианта сделать это (**рис. 1**).

Вариант "Start my project from MCU" позволяет, нажав на экранную кнопку ACCESS TO MCU SELECTOR, выбрать нужный микроконтроллер по используемому ядру, принадлежности к серии и линейке, типу корпуса и другим параметрам, например, по тактовой частоте и объёму памяти. На вкладке MCUselector открывшегося окна (**рис. 2**) имеется таблица поддерживаемых микроконтроллеров, а над ней — краткое описание находящегося в выделенной строке таблицы микроконтроллера, полезное для более полного ознакомления с ним.



Рис. 1

Над описанием находится меню, пункт "Features" которого и отвечает за вывод этого описания. Пункт "Block Diagram" покажет блок-схему микроконтроллера. Пункт "Docs&Resources" содержит ссылки на документы из Интернета, а пункт "Datasheet" загрузит из Интернета официальный справочный листок на микроконтроллер. Пункт "Buy" перенаправит на сайт, где можно приобрести выбранный микроконтроллер. Пункт "Start Project" запускает настройщик.

Вариант "Start My project STBoard" (**рис. 3**) позволит выбрать отладочную плату фирмы STMicroelectronics. Здесь также имеется возможность отсортировать все доступные платы по определённым критериям, например, по серии микроконтроллера, установленного на плате, по наличию датчика ускорения, кнопок или других элементов. Краткое описание выбранной платы также появляется над таблицей, а выше описания можно подробнее рассмотреть её изображение, выбрав пункт меню "Large Picture". В пункте "Docs&Resources" находятся документы на плату, назначение пунктов "Datasheet" и "Buy" такое же, как в предыдущем случае.

Вариант "Start My project from Cross Selector" (**рис. 4**) позволит найти микроконтроллеру другого производителя замену из числа тех, что производит STMicroelectronics. Выбор небольшой, но есть надежда, что он будет расши-

New Project from Cross Selector

MCU/MPU Selector | Board Selector | Cross Selector

MCU/MPU Filters

Part Number Search

Core

Series

Line

Package

Other

Price From 0.0 to 10.944 — 0.0 … 10.944

IO From 11 to 176 — 11 … 176

Eeprom From 0 to 16384 (Bytes) — 0 … 16384

Flash From 0 to 2048 (kBytes) — 0 … 2048

Ram From 0 to 1024 (kBytes) — 0 … 1024

Freq. From 24 to 550 (MHz) — 24 … 550

Advanced Graphic

☐ Enable

Peripheral

ADC 12-bit 0

Features | Block Diagram | Docs & Resources | Datasheet | Buy | Start Project

STM32F030C6

Mainstream ARM Cortex-M0 Value line MCU with 32 Kbytes Flash, 48 MHz CPU

STM32 F0

ACTIVE Active
Product is in mass production

Unit Price for 10kU (US$) : 0.597

LQFP48

The STM32F030x4/x6/x8/xC microcontrollers incorporate the high-performance Arm® Cortex®-M0 32-bit RISC core operating at a 48 MHz frequency, high-speed embedded memories (up to 256 Kbytes of Flash memory and up to 32 Kbytes of SRAM), and an extensive range of enhanced peripherals and I/Os. All devices offer standard communication interfaces (up to two I2Cs, up to two SPIs and up to six USARTs), one 12-bit ADC, seven general-purpose 16-bit timers and an advanced-control PWM timer.
The STM32F030x4/x6/x8/xC microcontrollers operate in the -40 to +85 °C temperature range from a 2.4 to 3.6V power supply. A comprehensive set of power-saving modes allows the design of low-power applications.
The STM32F030x4/x6/x8/xC microcontrollers include devices in four different packages ranging from 20 pins to 64 pins. Depending on the device chosen, different sets of peripherals are included. The description below provides an overview of the complete range of STM32F030x4/x6/x8/xC peripherals proposed.
These features make the STM32F030x4/x6/x8/xC microcontrollers suitable for a wide range of applications such as application control and user interfaces, handheld equipment, A/V receivers and digital TV, PC peripherals, gaming and GPS platforms, industrial applications, PLCs, inverters, printers, scanners, alarm systems, video intercoms, and HVACs.

MCUs/MPUs List: 1512 items

Display similar items

Part No	Reference	Marketing St...	Unit Price for 10kU	Board	Package	Flash	RAM	IO	Freq.	
STM32F030C6	STM32F030C6Tx	Active	0.597		LQFP48	32 kBytes	4 kBytes	39	48 MHz	0.0
STM32F030C8	STM32F030C8Tx	Active	0.722		LQFP48	64 kBytes	8 kBytes	39	48 MHz	0.0
STM32F030CC	STM32F030CCTx	Active	1.1		LQFP48	256 kBytes	32 kBytes	37	48 MHz	0.0
STM32F030F4	STM32F030F4Px	Active	0.424		TSSOP20	16 kBytes	4 kBytes	15	48 MHz	0.0
STM32F030K6	STM32F030K6Tx	Active	0.518		LQFP32	32 kBytes	4 kBytes	25	48 MHz	0.0
STM32F030R8	STM32F030R8Tx	Active	0.754	NUCLEO-F030R8 32F0308DISCOVERY	LQFP64	64 kBytes	8 kBytes	55	48 MHz	0.0
STM32F030RC	STM32F030RCTx	Active	1.21		LQFP64	256 kBytes	32 kBytes	51	48 MHz	0.0
STM32F031C4	STM32F031C4Tx	Active	0.97		LQFP48	16 kBytes	4 kBytes	39	48 MHz	0.0
STM32F031C6	STM32F031C6Tx	Active	1.013		LQFP48	32 kBytes	4 kBytes	39	48 MHz	0.0
STM32F031E6	STM32F031E6Yx	Active	0.776		WLCSP25	32 kBytes	4 kBytes	20	48 MHz	0.0
STM32F031F4	STM32F031F4Px	Active	0.711		TSSOP20	16 kBytes	4 kBytes	15	48 MHz	0.0
STM32F031F6	STM32F031F6Px	Active	0.755		TSSOP20	32 kBytes	4 kBytes	15	48 MHz	0.0
STM32F031G4	STM32F031G4...	Active	0.733		UFQFPN...	16 kBytes	4 kBytes	23	48 MHz	0.0
STM32F031G6	STM32F031G6...	Active	0.776		UFQFPN...	32 kBytes	4 kBytes	23	48 MHz	0.0
STM32F031K4	STM32F031K4Ux	Active	0.862		UFQFPN	16 kBytes	4 kBytes	27	48 MHz	0.0

Рис. 2

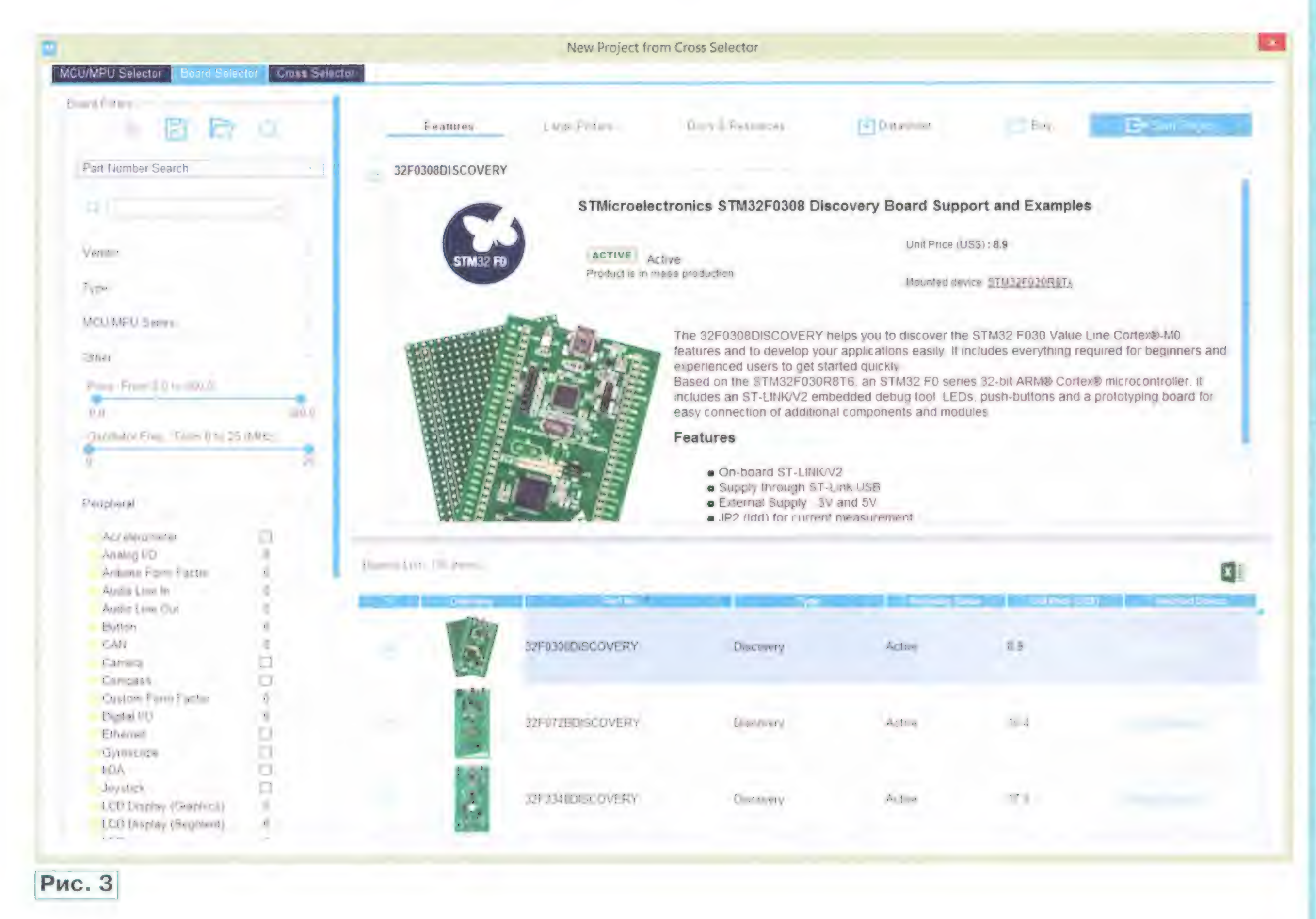


Рис. 3

ряться при обновлении программы. На момент написания статьи замены предлагались для микроконтроллеров фирм Infineon Technologies, Microchip Technology + Atmel, NXP Semiconductors, Renesas Electronics, Silicon Labs, Texas Instruments и STMicroelectronics (для сравнения со своими же микроконтроллерами).

После выбора подходящего варианта нажмите на экранную кнопку Start Project и перейдите в основное окно программы. STM32CubeMX обеспечивает понятный визуальный графический интерфейс с четырьмя вкладками для настройки используемого в проекте микроконтроллера: "Pinout& Configuration", "Clock Configuration", "Project Manager" и "Tools". Они позволяют постепенно настроить микроконтроллер под текущую задачу. На вкладке "Pinout&Configuration" (**рис. 5**) конфигурируют выводы микроконтроллера, встроенную периферию и библиотеки среднего уровня (например, поддержку файловой системы или ОС FreeRTOS).

В центре вкладки виден выбранный микроконтроллер, слева находится меню, в котором можно выбрать встроенную периферию и настроить её. При щелчке по выводу левой кнопкой мыши появляется всплывающее меню функций, которые он может выполнять. Здесь нужно выбрать тот вариант, который больше всего подходит, обычно это простой порт ввода или вывода (GPIO_Input или GPIO_Output соответственно). Кстати, не все выводы равноправны, некоторые из них не смогут выполнить ту функцию, которая требуется. Например, информационными линиями USB могут служить только выводы PA11 и PA12, никакие другие для этого не подойдут.

Выводы выделяются цветом. Зелёный свидетельствует об отсутствии проблем, жёлтый означает ограниченную функциональность, красный сигнализирует о проблеме, которую нужно решить.

Кроме базовых программных модулей можно загрузить и установить дополнительные. Для этого откройте пункт меню "Additional Software", там выберите нужный компонент и, щёлкая по экранной кнопке "Install", скачайте его из Интернета и запишите на жёсткий диск.

Вкладка "Clock Configuration" (**рис. 6**) показывает функциональную схему блока синхронизации узлов микроконтроллера, значения тактовых частот шин и позволяет выбрать нужные кварцевые резонаторы и настроить источники тактирования. Проблемные места на схеме будут выделены цветом. Можно попробовать использовать встроенные средства разрешения конфликтов, нажав на экранную кнопку Resolve Clock Issues. Если это не решит проблему, придётся вернуться на вкладку "Pinout&Configuration" и устранять проблему там.

На вкладке "Project Manager" слева находится меню, справа — вкладки с параметрами, которые нужно установить. Одна из главных задач — указать в пункте меню "Project" имя проекта, место расположения и используемую среду разработки (IDE). На сегодня предлагаются девять вариантов выбора. Остальные параметры на этой вкладке можно оставить предлагаемыми по умолчанию.

На вкладке "Code Generator" желательно отметить пункт "Generated peripheral initialization as a pair of '.c/.h' files per peripheral" в закладке "Generated files". Остальное можно оставить как есть. На вкладке "Advanced Settings" задают тип используемой библиотеки. HAL обеспечивает максимальную взаимозаменяемость микроконтроллеров семейства STM32, LL уменьшает объём кода и увеличивает быстродействие. Вкладка "Generated Function Calls" показывает, какие функции будут сгенерированы автоматически, и параметры их генерации. Значения параметров можно оставить заданными по умолчанию.

Вкладка "Tools" содержит калькулятор потребляемой мощности, что позволяет оценить среднее энергопотребление и длительность работы от встроенных батарей в зависимости от режима использования микроконт-

New Project from a MCU/MPU

MCU/MPU Selector | Board Selector | Cross Selector

Filters

Part Number Search

STMicroelectronics

STM32F051K8Tx QFP32

Matching ST candidates (500)

Comparing **STM32F051K8Tx** with other **STMicroelectronics** solutions

Used ?	Importa...	Category	Parametric	STM32F051K8Tx	STM32F051K8Ux	STM32G071K8Ux	STM32G071K8T
		Product	Public Price	1.100 USD (for 10K)	1.100 USD (for 10K)	[illegible]	[illegible]
		System Core	Bus Width	32 bit	32 bit	32 bit	32 bit
		System Core	core	ARM Cortex-M0 at 48 MHz	ARM Cortex-M0 at 48 MHz	ARM Cortex-M0+ at 64 MHz	ARM Cortex-M0+ at
		System Core	package	QFP32	UFP32	QFP32	QFP32
		System Core	GPIO	25 io	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		System Core	Temperature range	-40 °C to 105 °C	-40 °C to 105 °C	-40 °C to 125 °C	-40 °C to 125 °C
		System Core	Voltage range	2.00 V to 3.60 V	2.00 V to 3.60 V	1.70 V to 3.60 V	1.70 V to 3.60 V
		System Core	RAM	8 KB	8 KB	36 KB	36 KB
		System Core	Flash	64 KB	64 KB	64 KB	64 KB
		Analog	ADC	10xADC 12-bit	10xADC 12-bit	11xADC 12-bit	11xADC 12-bit
		Analog	Comparator (COMP)	2	2	2	2
		Timers	Timer	Timer 32-bit 7xTimer 16-bit	Timer 32-bit 7xTimer 16-bit	Timer 32-bit 7xTimer 16-bit	Timer 32-bit 7xTimer 16-bit

Рис. 4

STM32CubeMX Untitled: STM32F103C8Tx

File | Window | Help

Home > STM32F103C8Tx > Untitled - Pinout & Configuration | GENERATE CODE

Pinout & Configuration | Clock Configuration | Project Manager | Tools

Pinout view | System view

System Core

Analog

Timers

Connectivity

Computing

Middleware

STM32F103C8Tx
LQFP48

Рис. 5

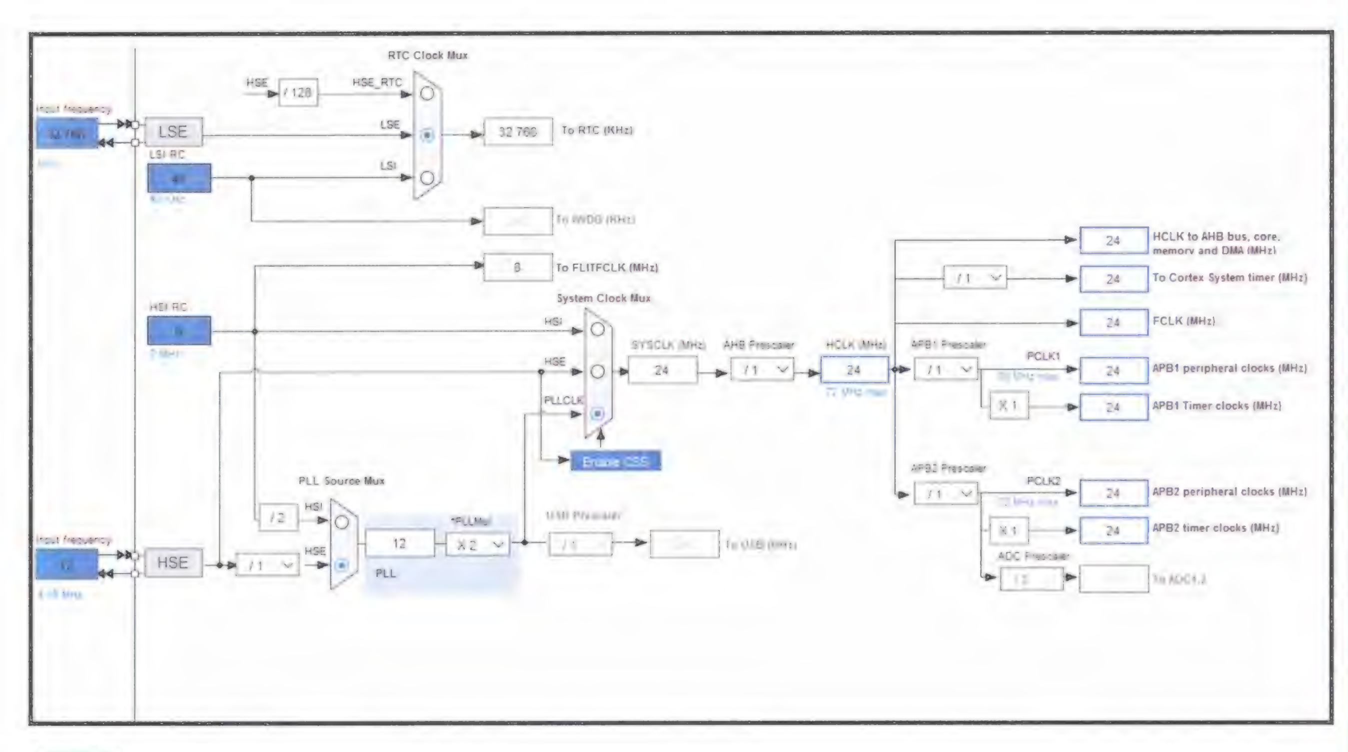


Рис. 6

роллера, выбранного напряжения питания, температуры окружающей среды, типа и ёмкости батареи питания. Эти параметры задают в меню "New Step".

После установки всех параметров выберите пункт меню "Generated Code" и получите сгенерированный текст. Писать дополнения к нему можно только между строками комментария /* USER CODE BEGIN */ и /* USER CODE END */. Так сделано для того, чтобы можно было изменять автоматически сгенерированные параметры повторным вызовом STM32CubeMX.

Логическим продолжением действий компании STMicroelectronics по продвижению своих микроконтроллеров можно считать выпуск программы STM32CubeIDE [15]. В ней можно делать всё то, что позволяют делать программы STM32CubeMX и IDE Atollic TrueStudio по отдельности.

Довольно интересную среду разработки Embedded Studio [16] предлагает фирма Segger. Она содержит бесплатные компиляторы Clang/LLVM и GCC C/C++. Мощный генератор проектов позволяет довольно легко ориентироваться даже в сложном проекте. Среда способна работать с большим числом распространённых микроконтроллеров, но для их поддержки необходимо с помощью самой программы дополнительно скачать из Интернета набор пакетов. Характерная особенность среды — сборка программы идёт в несколько потоков. Это особенно важно, когда проект большой, а компьютер, на котором выполняется его компиляция, имеет многоядерную архитектуру. Для радиолюбителей важно то, что компилятор бесплатен для некоммерческого использования и для обучения программированию. Среда поддерживает аппаратный отладчик J-Link, отладку можно производить не только на реальном микроконтроллере, но и с помощью симулятора. Это позволяет сберечь ресурс микросхемы. Среда кроссплатформенная, поэтому может работать не только под Windows, но и под Linux или MacOS. Возможна интеграция с компиляторами IAR и Keil.

Интересно, что она поддерживает не только микроконтроллеры на ядре ARM, но и на свободно распространяемом ядре RISC-V. Для перевода существующего проекта из другой среды в Embedded Studio имеется менеджер импорта проектов, что позволяет уменьшить время, затрачиваемое на эту операцию. Встроенный анализатор кода даёт возможность просматривать использование памяти, анализировать стек и сгенерированный код в статическом режиме.

На странице [16] имеется пошаговое руководство по созданию своего первого проекта. SEGGER Embedded Studio поддерживает почти все ARM-микроконтроллеры, существующие сегодня. Список поддерживаемых ядер включает в себя семейства ARM7, ARM9, Cortex-M0, Cortex-M1, Cortex-M3, Cortex-M4, Cortex-M7, Cortex-A, Cortex-R.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Николаев А.** Микроконтроллеры с ядром Cortex-M. — Радио, 2018, № 6, с. 41—44.

2. **Николаев А.** Отладочные платы для STM32F. — Радио, 2019, № 9, с. 20—23.

3. Официальный сайт ARM. — URL: **https://www.arm.com/** (14.11.2019).

4. µVision IDE. — URL: **http://www2.keil.com/mdk5/uvision/** (14.11.2019).

5. MDK-ARM. — URL: **https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm** (14.11.2019).

6. IAR Embedded Workbench. — URL: **https://www.iar.com/iar-embedded-workbench/#!?architecture=Arm** (14.11.2019).

7. Code Composer Studio (CCS) Integrated Development Environment (IDE) CCSTUDIO. — URL: **http://www.ti.com/tool/CCSTUDIO#** (14.11.2019).

8. TI Cloud Tools. — URL: **https://dev.ti.com/** (14.11.2019).

9. Download the Arduino IDE. — URL: **https://www.arduino.cc/en/Main/Software** (14.11.2019).

10. Clark R. Arduino STM32. — URL: **https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32** (14.11.2019).

11. TrueSTUDIO for STM32. — URL: **https://atollic.com/truestudio/** (14.11.2019).

12. Download TrueSTUDIO. — URL: **https://atollic.com/resources/download/** (14.11.2019).

13. STM32CubeMX initialization code generator. — URL: **https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubemx.html** (14.11.2019).

14. OpenSTM32 Community Home page. — URL: **https://www.openstm32.org/Home Page** (14.11.2019).

15. STM32CubeIDE Integrated Development Environment for STM32. — URL: **https://www.st.com/content/st_com/en/products/development-tools/software-development-tools/stm32-software-development-tools/stm32-ides/stm32cubeide.html** (14.11.2019).

16. Embedded Studio — A Complete All-In-One Solution. — URL: **https://www.segger.com/products/development-tools/embedded-studio/** (14.11.2019).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Ждущие генераторы импульсной последовательности, тактируемые мигающим светодиодом

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

В радиолюбительской практике иногда требуется генератор, который в исходном состоянии находится в ждущем режиме и вырабатывает на своих выходах последовательность импульсов при подаче на его вход управляющего сигнала. Такой генератор может пригодиться для зажигания светодиодов по принципу бегущей волны, в охранном устройстве для последовательного нажатия на кнопки сотового телефона и т. д.

Построить подобный генератор можно на микросхеме К176ИЕ12 [1], снимая выходные сигналы с её выходов Т1—Т4, или применить микросхему счётчика, например МС14060ВСР, имеющую в своём составе инверторы для построения RC-генератора. Оба эти варианта позволяют изменять длительность и частоту следования импульсов в широких пределах путём подбора номиналов элементов частотозадающей цепи, но первый вариант неприменим, если требуется иметь более четырёх выходов, импульсы на которых следуют друг за другом, а микросхема МС14060ВСР вырабатывает выходные сигналы в виде двоичного кода, что в некоторых случаях не требуется.

Если длительность импульсов генератора и частота их следования лежат в интервале 0,5...1 Гц, наиболее простым способом его построения является использование счётчика-делителя с десятичным выходом совместно с мигающим светодиодом, вырабатывающим тактовые импульсы [2]. Принцип работы такого тактового генератора основан на том, что последовательно с мигающим светодиодом включают токоограничивающий резистор. Когда светодиод погашен, практически всё напряжение питания падает на нём. Это можно интерпретировать как высокий логический уровень. При включении светодиода напряжение на нём уменьшается, что эквивалентно низкому логическому уровню.

Схема несложного импульсного генератора приведена на **рис. 1**. Основой устройства служит десятичный счётчик К561ИЕ8 (К176ИЕ8, К561ИЕ9 или импортный аналог), на счётный вход которого поступают импульсы от мигающего светодиода HL1. При подаче питающего напряжения счётчик DD1 может установиться в произвольное состояние, и тактовый генератор на мигающем светодиоде HL1 будет работать до появления на выходе 9 (вывод 11) высокого логического уровня, после чего счётчик останавливается и генератор переходит в ждущий режим. При подаче на вход R микросхемы DD1 импульса с высоким логическим уровнем счётчик устанавливается в нулевое состояние и на его выходе 9 появляется низкий логический уровень. Генератор на мигающем светодиоде начинает работу, и по окончании обнуляющего импульса на выходах счётчика последовательно появляются импульсы.

Рис. 1

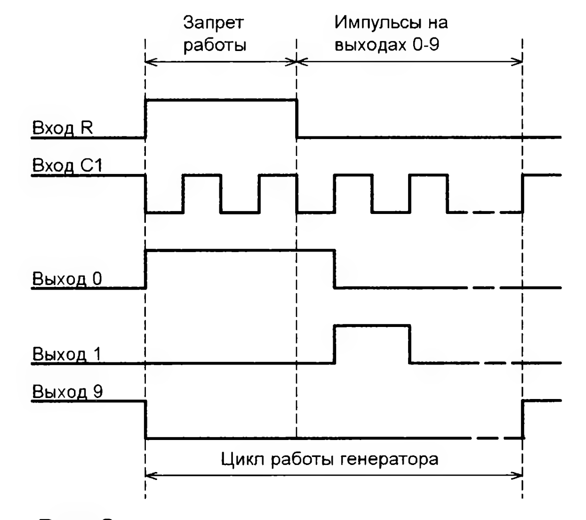


Рис. 2

Достоинством этой схемы являются простота и малое число используемых элементов, но у неё имеются и недостатки. Первый из них заключается в том, что при подаче напряжения питания счётчик DD1 устанавливается в произвольное состояние, и на каких-либо выходах счётчика могут появиться случайные импульсы, что во многих случаях нежелательно. Поэтому этот генератор следует применять только там, где питающее напряжение либо не прерывается вовсе, либо перерыв в его подаче не вызовет сбоев в работе устройства, в состав которого входит генератор.

Второй недостаток устройства состоит в том, что ждущий генератор заработает только тогда, когда высокий логический уровень на входе запуска сменится низким. Если на этом входе присутствует высокий логический уровень, мигающий светодиод работает, генерируя тактовые импульсы, но уровень логической единицы присутствует только на выходе 0 (**рис. 2**). Однако иногда этот недостаток может обернуться достоинством, например, в том случае, если работа генератора должна начаться только после отпускания управляющей кнопки. Третьим недостатком устройства является необходимость инвертирования запускающего сигнала в том случае, если этим сигналом служит фронт импульса.

Для устранения описанных выше недостатков в схему генератора необходимо ввести цепь обнуления счётчика, устанавливающую его в исходное состояние при подаче напряжения питания, а также узел, позволяющий запустить генератор вне зависимости от длительности запускающего импульса. При этом желательно включать генератор импульсом низкого логического уровня и использовать для построения устройства одну цифровую микросхему.

Схема такого генератора приведена на **рис. 3**. При подаче питающего напряжения дифференцирующая цепь C2R2 устанавливает счётчики микросхемы DD1 в нулевое состояние, поэтому на выходе 0 счётчика DD1.2 присутствует низ-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

кий логический уровень и генератор тактовых импульсов на мигающем светодиоде HL1 обесточен. При соединении входа запуска с общим проводом на выходе 0 счётчика DD1.2 появляется высокий логический уровень, который блокирует дальнейшую работу счётчика по входу C1. Таким образом, счётчик DD1.2 работает как триггер, который переключается в единичное состояние по первому спаду высокого логического уровня на входе запуска и не изменяет своего состояния при дальнейших изменениях уровня входного сигнала, что позволяет запустить генератор вне зависимости от длительности импульса запуска, а также наличия его дребезга (конечно, в том случае, если длительность

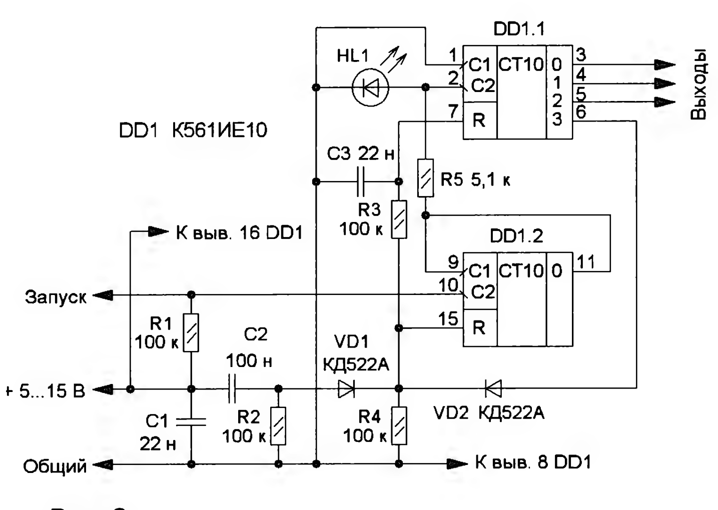


Рис. 3

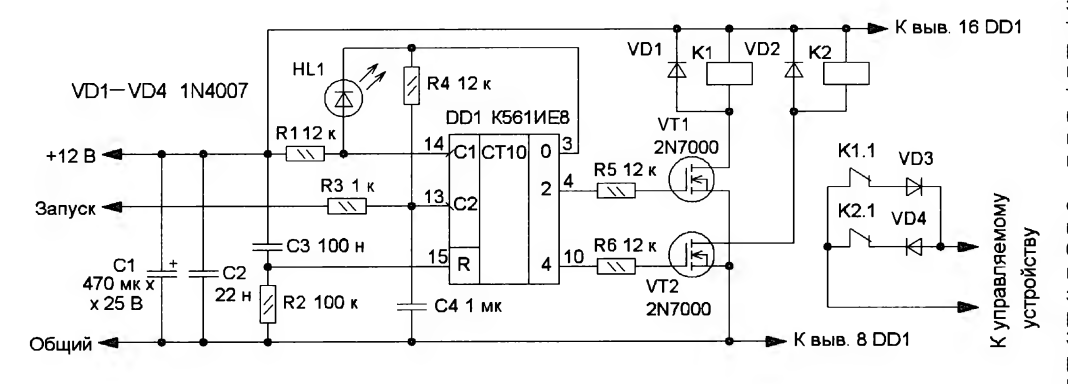


Рис. 4

сигнала запуска будет меньше длительности цикла работы генератора).

После запуска тактового генератора на мигающем светодиоде HL1 счётчик DD1.1 подсчитывает его импульсы, и на выходах 0—3 счётчика появляется последовательность выходных импульсов в двоичном коде. При появлении высокого логического уровня на выходе 3 этого счётчика напряжение через диод VD2 поступает на входы сброса обоих счётчиков и устанавливает их в нулевое состояние. Интегрирующая цепь R3C3 предназначена для обеспечения сброса обоих счётчиков микросхемы.

В описанном генераторе отсутствуют недостатки, присущие первому варианту генератора (см. рис. 1), но имеются и свои — это сравнительно большое число элементов и наличие выходных импульсов в виде двоичного кода, что может затруднить использование данного генератора во многих практических случаях. Последний недостаток связан с применением в устройстве счётчика с двоичным выходом K561ИЕ10, но генератор с аналогичными свойствами можно построить и на микросхеме K561ИЕ8, используя тот факт, что данная микросхема может вести счёт по спаду импульсов на входе C2 (вывод 13).

Схема генератора на микросхеме K561ИЕ8 приведена на **рис. 4**. При подаче напряжения питания цепь C3R2 устанавливает счётчик DD1 в нулевое состояние, при этом на выходе 0 счётчика появляется высокий логический уровень, запрещающий работу тактового генератора на мигающем светодиоде HL1, а на входе C1 счётчика присутствует высокий логический уровень. При соединении запускающего входа устройства с общим проводом на входе C2 появляется спадающий перепад напряжения, по которому счётчик увеличивает своё состояние на единицу, и на его выходе 0 появляется низкий логический уровень. Тактовый генератор на мигающем светодиоде начинает вырабатывать импульсы, которые поступают на вход C1 счётчика, и на его выходах появляется последовательность импульсов. При появлении десятого тактового импульса на выходе 0 счётчика вновь появится высокий логический уровень, и генератор остановится. Конденсатор C4 совместно с резистором R3 образуют помехоподавляющий фильтр, конденсатор C1 сглаживает пульсации питающего напряжения, конденсатор C2 — блокировочный в цепи питания.

Защита от дребезга запускающего сигнала, могущего вызвать сбои в работе счётчика, обеспечивается тем, что в течение всего рабочего цикла генератора на входе C2, благодаря связи с выходом 0 через резистор R4, всё время присутствует низкий логический уровень, запрещающий счёт по данному входу, поэтому многократное соединение запускающего входа с общим проводом устройство никак не воспринимает, реагируя лишь на первое из них. При соединении верхнего по схеме вывода резистора R4 с плюсом источника питания логика работы устройства останется прежней, но защита от дребезга управляющего сигнала будет зависеть лишь от постоянной времени цепи R3C4.

Этот генератор, в отличие от описанных выше, имеет одну особенность — длительность цикла генератора здесь фиксированная и равна десяти тактам. Эту особенность устройства можно считать недостатком, но если длительность цикла не имеет особого значения, то это, на взгляд автора, является наиболее оптимальным. В устройстве по схеме на рис. 1 длительность цикла можно изменить, подключив катод мигающего светодиода HL1 к другому выходу счётчика, а в устройстве по схеме на рис. 3 — изменив точку подключения анода диода VD2.

Другой особенностью устройства является то, что сигнал высокого логического уровня на выходе 0 счётчика DD1 имеет небольшую длительность, поэтому использовать его для управления большинством нагрузок, например светодиодом или реле, невозможно. Объясняется это тем, что в момент подачи питающего напряжения на мигающий светодиод встроенный в него генератор включается, создавая отрицательный перепад на входе C1 счётчика DD1, вслед за которым следует положительный перепад, после чего мигающий светодиод начинает работать в обычном режиме, и импульсы на выходах 2—9 счётчика DD1 имеют нормальную длительность (**рис. 5**). Возможно, проявление этого эффекта зависит от типа применённого мигающего светодиода, но со всеми светодиодами, которые имелись у автора, этот эффект проявлялся всегда.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Третий генератор был разработан для управления устройством [3] с помощью устройства дистанционного управления [4]. К выходам 2 и 4 счётчика DD1 подключены затворы полевых транзисторов VT1 и VT2, в цепи стока которых включены обмотки реле K1 и K2. Нормально замкнутые контакты этих реле через диоды VD3, VD4 включены в разрыв линии устройства [3], а вход "Запуск" генератора подключён к выходу «*» устройства [4]. Таким образом, при появлении на этом входе низкого логического уровня оба реле последовательно размыкают свои контакты, разрывая сначала один, а потом другой полупериод напряжения в линии, поэтому устройство [3] включает или выключает подключённые к нему осветительные лампы.

Так как деталей в устройстве немного, печатная плата для него не разрабатывалась, а все элементы были смонтированы на отрезке универсальной макетной платы, которая совместно с реле и клеммной колодкой, служащей для подключения внешних цепей, помещена в пластмассовую распаячную коробку размерами 20×75×75 мм (**рис. 6**). В устройстве можно применить микросхемы серий К561, КР1561 или их импортные аналоги, транзисторы 2N7000 можно заменить отечественными КП505 или использовать биполярные транзисторы структуры n-p-n, например, КТ315 или КТ3102. Остальные детали — любые подходящие, выбор реле зависит от питающего устройство напряжения; в авторском варианте применены реле SANOU SRD-S-112 D.

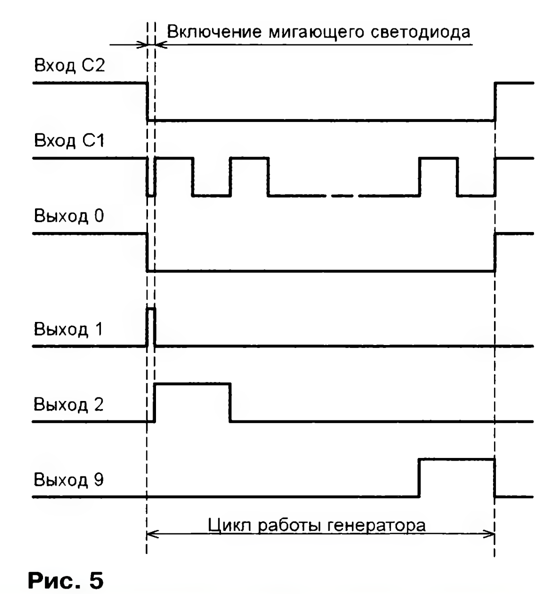


Рис. 5

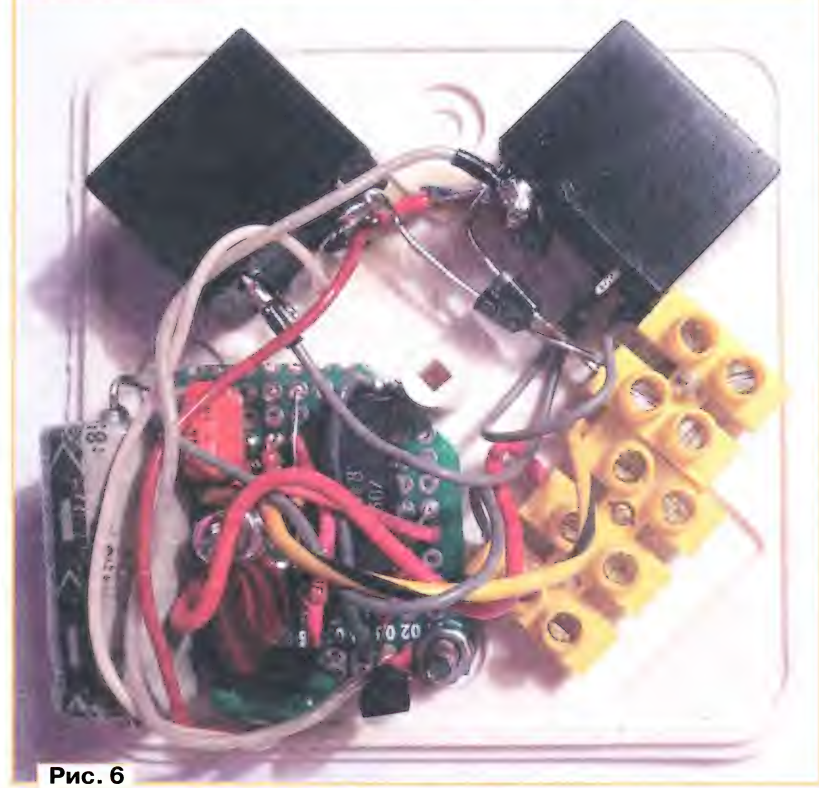


Рис. 6

От частоты вспышек мигающего светодиода зависят длительность импульсов генератора и частота их следования. Во всех генераторах можно использовать практически любые мигающие светодиоды без встроенных резисторов, но следует учесть, что с некоторыми типами светодиодов тактовый генератор может не заработать. В последнем случае параллельно мигающему светодиоду можно попробовать установить резистор, сопротивление которого подбирают экспериментально, а между счётным входом микросхемы, к которому подключён анод светодиода, и общим проводом — конденсатор ёмкостью 1 нФ. Также можно попробовать поменять мигающий светодиод и соответствующий токоограничивающий резистор местами (как на рис. 3 в [2]). Если генератор всё равно не запускается, следует заменить мигающий светодиод другим.

Напряжение питания описанных устройств может находиться в интервале 5...15 В, но при низком напряжении питания следует применять мигающие светодиоды с малым падением напряжения во включённом состоянии, как правило, они красного свечения. Например, при питающем напряжении 5 В и применении мигающего светодиода, минимальное напряжение которого равно 3 В, генератор работать не будет, так как напряжение на входе счётчика будет всё время превышать пороговое для элемента структуры КМОП, которое равно половине напряжения питания, т. е. 2,5 В. При напряжении питания 8 В и более проблем с выбором мигающего светодиода и запуском тактового генератора, как правило, не возникает.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лукьянов Д.** Необычные "профессии" микросхем для часов. — Радио, 1988, № 12, с. 31, 32.

2. **Рюмик С.** Генераторы импульсов на "мигающем" светодиоде. — Радио, 2000, № 2, с. 45.

3. **Мельников А.** Устройство управления освещением. — Радио, 2019, № 3, с. 33—37.

4. **Мельников А.** Устройство дистанционного управления с кодовым доступом. — Радио, 2019, № 7, с. 37—44.

Симметричный транзисторный УМЗЧ

Ю. НЕЧАЕВ, г. Пермь

Первоначальный вариант УМЗЧ автор опубликовал в 1988 г. в статье "Симметричный усилитель низкой частоты с токовым управлением" (Сб.: "В помощь радиолюбителю", вып. 101, с. 32—40). Впоследствии автор поставил для себя задачу улучшить параметры УМЗЧ доработкой схемотехнического решения. Его доработанная версия предлагается читателям.

Название "симметричный выходной каскад" обычно присваивается каскаду, собранному на комплементарных парах транзисторов. На самом деле такая симметрия условна, так как противостоящие транзисторы каскада имеют разные структуры. Истинная симметрия — это когда оба плеча выходного каскада одинаковы.

На **рис. 1** представлена схема одного канала УМЗЧ с такой симметрией. Для работы усилителя необходимы три источника питания, изолированных друг от друга. Один из них стабилизированный, работающий в цепи управления выходным каскадом. Выходной каскад "раскачивается" дифференциальным каскадом на транзисторах VT2, VT4, ток которого регулируется стабилизатором тока с помощью подстроечного резистора R1. На входы дифференциального каскада следует подавать противофазные сигналы от фазоинвертора, о чём будет сказано ниже. Изменяя подстроечным резистором R13 напряжение на базах транзисторов VT1, VT5, устанавливают "нулевое" напряжение на нагрузке усилителя $R_н$. Чувствительность усилителя на входах дифференциального каскада устанавливают резистором R11. В данном случае она равна двум вольтам.

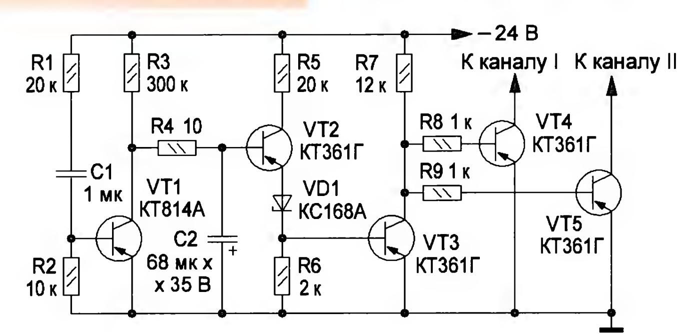


Рис. 2

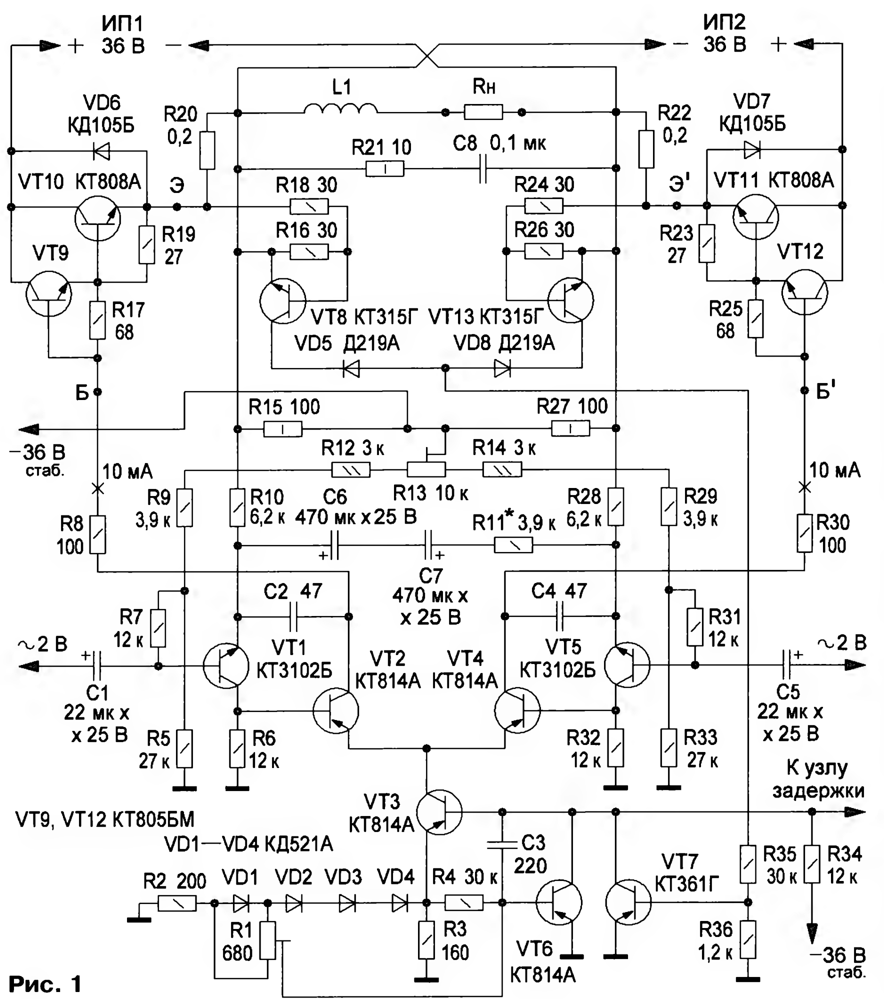


Рис. 1

Особенностью такого построения являются очень небольшой коэффициент усиления и, как следствие, небольшая глубина общей ООС. С одной стороны, это недостаток, поскольку растёт коэффициент гармоник, с другой — спектр искажений короткий, быстро спадающий. Как известно, глубокая ООС снижает коэффициент гармоник, но синтезирует гармоники высокого порядка, заметность которых существенно выше.

Снизить уровень чётных гармоник можно, если не полениться подобрать симметрично расположенные на схеме транзисторы с одинаковыми коэффициентами передачи тока. При этом удержание "нулевого" напряжения на нагрузке будет более жёстким независимо от температуры теплоотвода выходного каскада.

Усилитель не склонен к самовозбуждению. Для ещё большей устойчивости установлены корректирующие конденсаторы C2 и C4. Усилитель имеет хорошую ремонтопригодность. Выходной и дифференциальный каскады можно подключать к питанию независимо друг от друга, проверяя их работоспособность раздельно. При подаче питания на усилитель выходной каскад отключён на несколько секунд, пока не закончится переходной процесс. Отключение производится выходным сигналом "Канал I" ("Канал II") с узла задержки, схема которого показана на **рис. 2**, путём замыкания базы транзистора VT3 (см. рис. 1) на общий провод. Транзистор закрывается, отключая ток управления выходным каскадом. Это исключает нежелательные броски тока на выходе усилителя, что повышает его надёжность.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

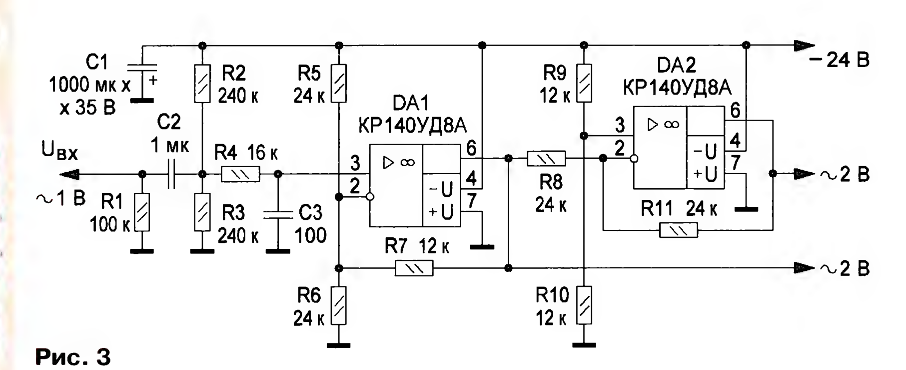
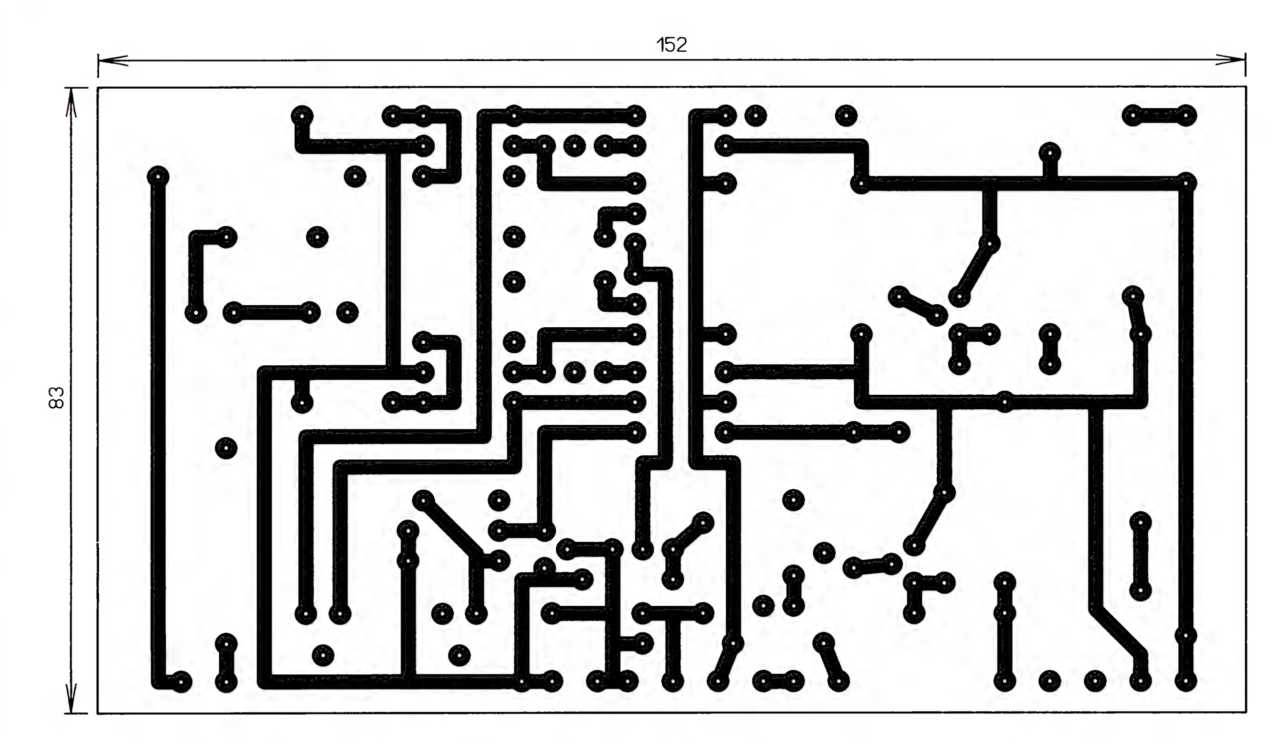


Рис. 3

На **рис. 3** представлена схема фазоинвертора. Его коэффициент усиления равен двум. Напряжение питания фазоинвертора –24 В формируется из напряжения стабилизированного источника –36 В с помощью параметрического стабилизатора. Частотная характеристика усилителя без фазоинвертора и индуктивности L1 на выходе (см. рис. 1) с нагрузкой $R_н$, равной 4 Ом, линейна до 200 кГц.

Основные технические характеристики

Сопротивление нагрузки, Ом 4



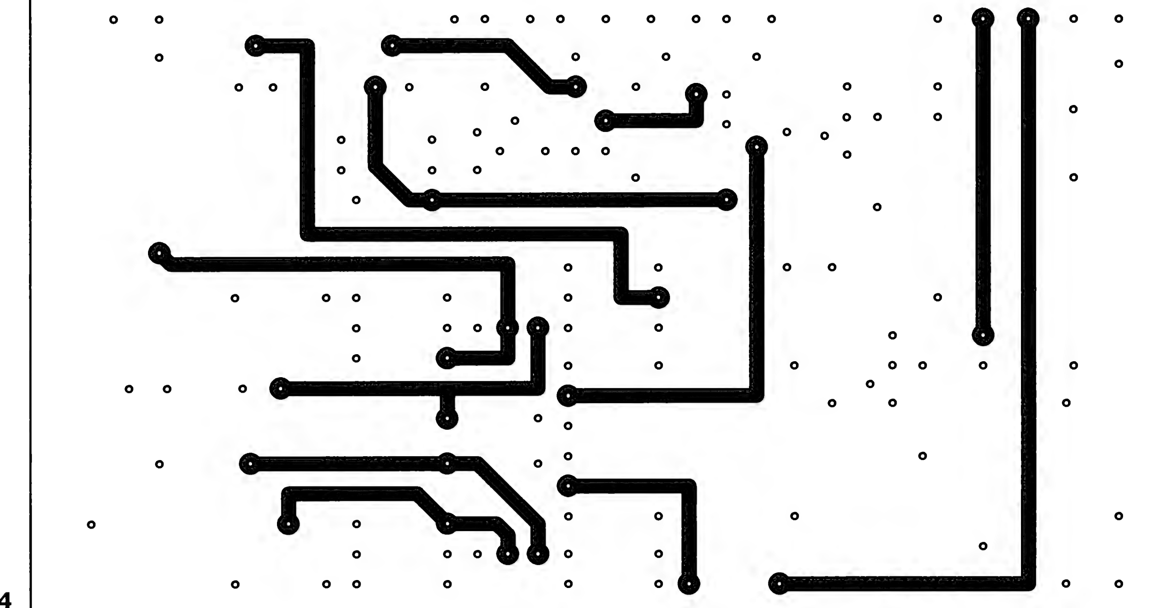


Рис. 4

Номинальная выходная мощность, Вт 60
Номинальное входное напряжение, В .1
Отношение сигнал/шум, дБ, не хуже 90

Из-за отсутствия измерительных приборов измерить коэффициент гармоник не удалось. По субъективной оценке качество звучания выше исходного варианта.

Транзистор VT6 (см. рис. 1) является термостабилизирующим элементом и размещён на теплоотводе для транзисторов VT10 или VT11. Катушка индуктивности L1 содержит 15 витков провода ПЭВ-1 диаметром 0,8 мм на оправке диаметром 6 мм. Большая часть элементов УМЗЧ размещена на плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 152×93 мм, чертёж которой и расположение элементов приведены на **рис. 4**. На другой плате из одностороннего текстолита размерами 104×83 мм закреплены теплоотводы для транзисторов VT9 и VT12 в виде пластин из алюминия толщиной 3 мм. Теплоотводы приподняты над платой на 10 мм.

Резисторы R15, R21, R27 — МЛТ-1, остальные — МЛТ-0,25. Подстроечные резисторы R1, R13 — СП4-1. Оксидные конденсаторы можно применить любые на номинальное напряжение 25 В, подходящие по размерам. Конденсаторы C1, C5 — К53-14. При использовании других типов рисунок платы придётся изменить. Конденсаторы C2, C3, C4 — керамические. На транзисторах VT2—VT4 закреплены Г-образные теплоотводы площадью 4 см^2. Все типы транзисторов можно заменить аналогами,

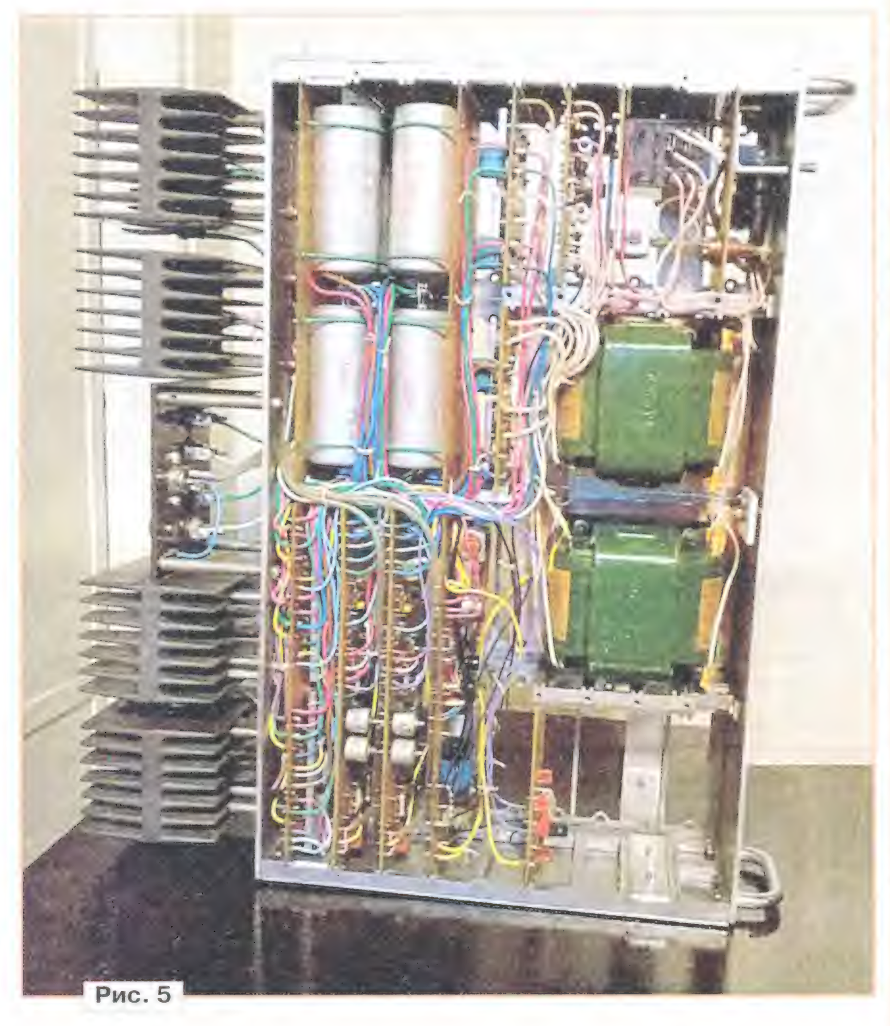
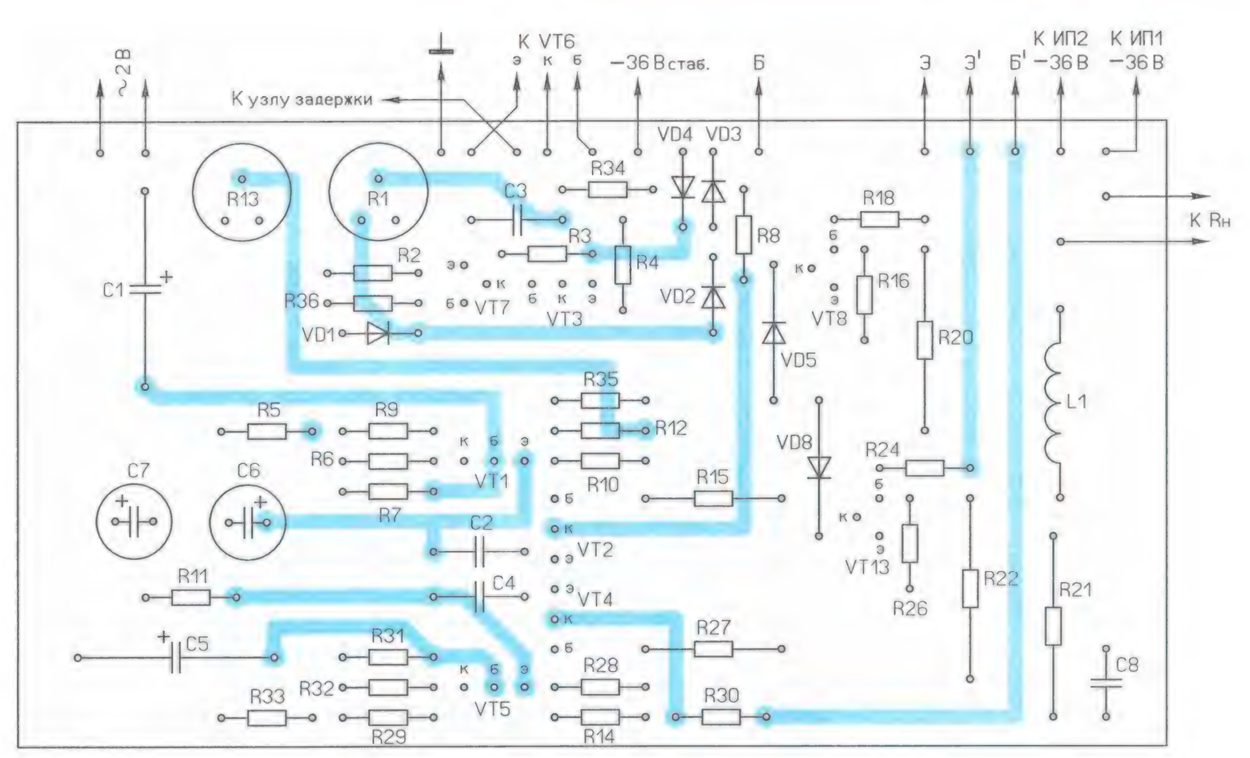


Рис. 5



частотные и предельно допустимые параметры которых близки к указанным на схеме.

Чтобы не лишать творческого компонента пожелавших повторить конструкцию, печатные платы фазоинвертора и схемы задержки не приводятся. Их необходимо разработать самостоятельно. Для источников питания ИП1, ИП2 (36 В) переменное напряжение с обмоток силового трансформатора должно быть примерно 30 В. После диодного моста на конденсаторах фильтра постоянное напряжение без нагрузки будет около 42 В. Для стабилизатора −36 В надо использовать обмотку с переменным напряжением 36 В. В качестве силового трансформатора можно применить унифицированный сетевой ТА163, но в этом случае каждый канал усилителя должен иметь персональный трансформатор указанного типа. Набор обмоток указанного трансформатора позволяет комбинировать нужные напряжения.

Налаживание УМЗЧ производят в следующей последовательности. После монтажа сначала необходимо проверить работу дифференциального каскада. До включения питания движок резистора R13 устанавливают в среднее положение, а движок резистора R1 — в положение минимального тока (по схеме переместить вправо). Резисторы R8 и R30 предназначены для контроля тока.

Подают питание на дифференциальный каскад и устанавливают резистором R1 напряжение 1 В на резисторах R8 и R30, выравнивая их резистором R13. После этого движок резистора R1 устанавливают в положение минимального тока. Далее в цепь коллектора транзистора VT10 включают миллиамперметр, к выходному каскаду подключают провода источников питания ИП1, ИП2, а к выводам нагрузки — вольтметр.

Подают питание и по показаниям миллиамперметра, на холодных транзисторах VT10, VT11 устанавливают ток покоя равным 100 мА, поддерживая резистором R13 "нулевое" напряжение на нагрузке. По мере разогрева теплоотводов транзисторов VT10, VT11 ток покоя будет увеличиваться. Когда ток превысит 200 мА, надо уменьшить его до 150 мА. Это следует повторять до тех пор, пока не произойдёт стабилизация тока на этом значении. Установка тока займёт по времени 20...25 мин. Следует отметить, что в процессе работы усилителя теплоотводы разогреваются сильнее и ток может уменьшиться вплоть до 80 мА. Но в зависимости от мощности на выходе он будет оставаться стабильным в пределах 80...120 мА.

Обратите внимание, что выход усилителя по отношению к общему проводу, с которым соединены выходы +36 В источников питания ИП1, ИП2 (на схеме соединения не показаны), имеет потенциал −36 В. Если случайно закоротить любой выход на общий провод, то сгорят резисторы R15 и R27. Во избежание этого желательно стабилизированный источник −36 В подключить к усилителю через предохранитель 0,1 А.

Внешний вид на монтаж УМЗЧ представлен на фото **рис. 5**.

***От редакции**. Описание первого авторского варианта УМЗЧ в формате djvu, а также чертежи печатных плат в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/01/um-2.zip** на нашем FTP-сервере.*



Праздник отечественного Hi-End'a

Е. ЕПИФАНОВА, С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, г. Москва

14 ноября в Московском техническом университете связи и информатики (МТУСИ) открылась 19-я традиционная Выставка "Российский Hi-End" — форум любителей, разработчиков и производителей самого совершенного отечественного оборудования высококачественного звуковоспроизведения, теории и практики его использования.

Выставку торжественно открыл ректор МТУСИ Сергей Дмитриевич Ерохин (**фото 1**) и вместе с сопровождающими лицами осмотрел, прослушал практически все экспонируемые устройства и побеседовал с их авторами. Пояснения давал руководитель Акустического центра научно-исследовательской части МТУСИ Дмитрий Георгиевич Свобода (**фото 2**), который организовал и все предыдущие форумы. Отбор экспонатов, их прослушивание проводились под его руководством на кафедре телевизионного и звукового вещания МТУСИ в специально оборудованном для экспертного прослушивания помещении. Отобрано


Фото 1

РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Фото 2



Фото 3

более 100 экспонатов 34 авторских фирм.

На выставке представлено различное оборудование: предварительные усилители и УМЗЧ, фонокорректоры (на радиолампах и транзисторах), ЦАП и АЦП, различные проигрыватели грампластинок и компакт-дисков (**фото 3**) и, конечно, различные акустические системы в закрытых и открытых корпусах с традиционными электродинамическими головками (как фабричными, так и самодельными, включая коаксиальные), электростатические и плоские электродинамические (**фото 4**). Необходимо отметить представление технологии реставрации сигналов как при воспроизведении грампластинок, так и магнитных фонограмм.

Помимо последовательно звучащих экспонатов в общих залах (по десять минут на каждого экспонента), в специально оборудованном для прослушивания мини-зале "Экслюзив" можно подробно изучить звучание различных экспонатов (сеансы по 45 минут). В одинаковых акустических условиях можно сравнить звучания точечных и плоскостных излучателей, продемонстрировать влияние точки размещения излучателей различных типов на звуковоспроизведение.

Впервые на 19-м форуме продемонстрирован эксперимент, позволяющий сравнить звучание реальных инструментов и их сигнала, прошедшего без какой-либо обработки через студийный аналоговый тракт, включающий магнитофон и акустическую систему.

Выставка, по словам Дмитрия Георгиевича, для 5000 любителей, посетивших её за четыре дня, была апофеозом праздника Hi-End'а, начавшегося с отбора экспонатов ещё в мае месяце.

Фото 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

ИЗМЕРЕНИЯ

Многофункциональный частотомер на микроконтроллере PIC18F252-I/SP (v.4.2.1)

В. ТУРЧАНИНОВ, г. Севастополь

Прежде чем перейти к описанию налаживания частотомера, сообщу намоточные данные катушек полосового фильтра, расположенного в основном блоке прибора (см. рис. 1). L1 — обычный стандартный дроссель EC24-R39M. Катушки L2 и L3 — бескаркасные, намотанные на оправке диаметром 2,5 мм проводом ПЭЛ диаметром 0,45 мм. L2 — 4 витка (длина намотки 2,3 мм), L3 — 7 витков (длина намотки 4,3 мм). Кроме того, изменилась ранее указанная частота следования импульсов с ШИМ. Теперь она равна 1,558 кГц, что соответствует периоду повторения 0,642 мс.

Налаживание частотомера несложно и заключается в следующем:

— подстроечным резистором R33 установите необходимую яркость подсветки экрана ЖКИ;

— подстроечным резистором R29 добейтесь оптимальной контрастности изображения на нём;

— добейтесь минимальной погрешности измерения частоты. Для этого подайте от эталонного генератора на разъём XW1 прямоугольные импульсы уровней ТТЛ с частотой повторения 1000000 Гц. Подстроечным конденсатором C24 добейтесь показаний прибора, максимально близких к истинному значению частоты;

— установите длительность импульсов одновибраторов микросхемы DD3. Для этого включите прибор в режиме делителя частоты и выберите вход XW2 ("VHF"). Установите коэффициент деления равным 10. Подайте на этот вход от генератора сигнал частотой 11 МГц. К выводу 13 микросхемы DD3 подключите осциллограф. Подбирая резистор R22 или конденсатор C20, добейтесь, чтобы при этой частоте на выходе одновибратора были короткие импульсы, а при частоте 12 МГц их не было вовсе.

Далее подключите щуп осциллографа к выводу 5 микросхемы DD3. Частоту сигнала генератора установите равной 10 МГц. Подбирая резистор R23 или конденсатор C22, добейтесь, чтобы длительность импульсов на выходе одновибратора была равна 0,5 мкс.



Рис. 6

Аналоговый датчик температуры BK1 TMP36 [13] подключают к разъёму XS2 прибора по схеме на **рис. 5**. Внешний вид этого датчика с присоединённым к нему кабелем от компьютерной мыши показан на **рис. 6**. На сам датчик и места пайки идущих к нему проводов надет отрезок термоусаживаемой трубки.

Принципиальная схема приставки к частотомеру — измерителя резонансной частоты параллельного колебательного контура — показана на **рис. 7**. Постоянное напряжение для её питания

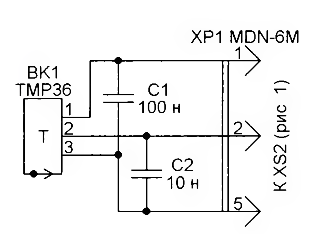


Рис. 5

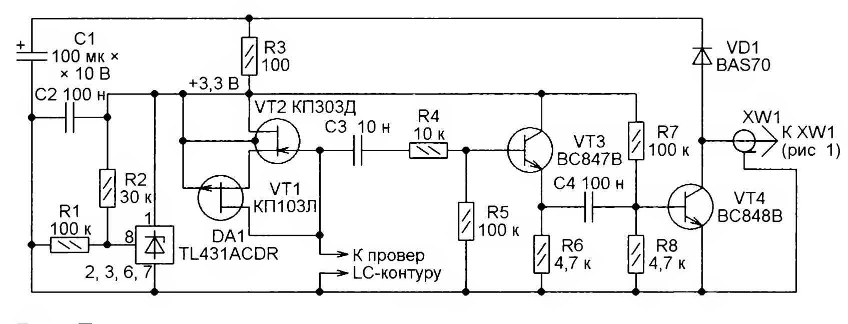
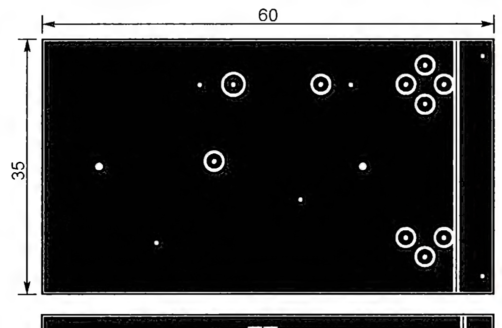
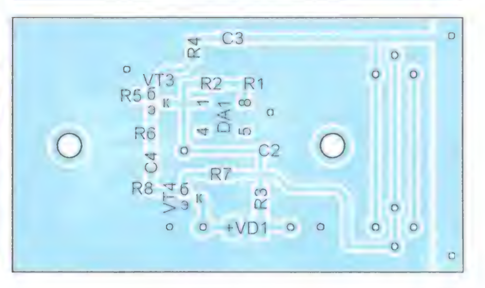


Рис. 7





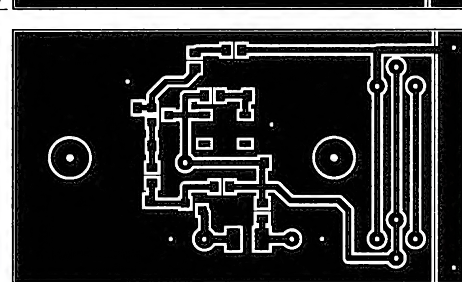


Рис. 8

Окончание. Начало см. в "Радио", 2019, № 12

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

получают выпрямлением диодом VD1 сигнала, действующего на разъёме XW1 частотомера. Цепь R3C1C2 сглаживает это напряжение, а узел из резисторов R1, R2 и параллельного стабилизатора DA1 TL431ACDR [14] стабилизирует его на уровне 3,3 В.

Полевые транзисторы VT1 и VT2 соединены по схеме лямбда-диода. Вместе с исследуемым колебательным контуром они образуют генератор незатухающих колебаний с его резонансной частотой. На транзисторе VT3 собран эмиттерный повторитель этих колебаний, а на транзисторе VT4 — формирователь прямоугольных импульсов той же частоты следования, подаваемых на частотомер. Чертёж печатной платы приставки изображён на **рис. 8**, а её внешний вид в корпусе — на **рис. 9**.

Приставка — перестраиваемый ФНЧ на коммутируемых конденсаторах, который позволяет очищать подаваемый на частотомер сигнал от препятствующих правильному измерению его частоты помех. Она имеет два интервала плавной регулировки частоты среза: 100... 1000 Гц и 1...10 кГц. Имеется возможность плавно изменять коэффициент передачи фильтра в полосе прозрачности от −20 дБ до +20 дБ. Входное сопротивление фильтра — 10 кОм, выходное — 1 кОм.

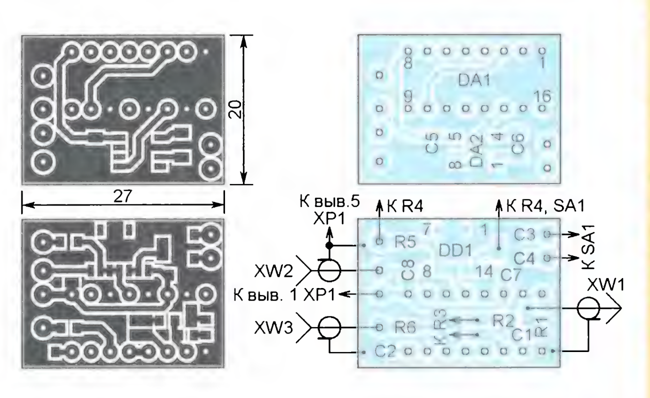


Рис. 11



Рис. 9



Рис. 12

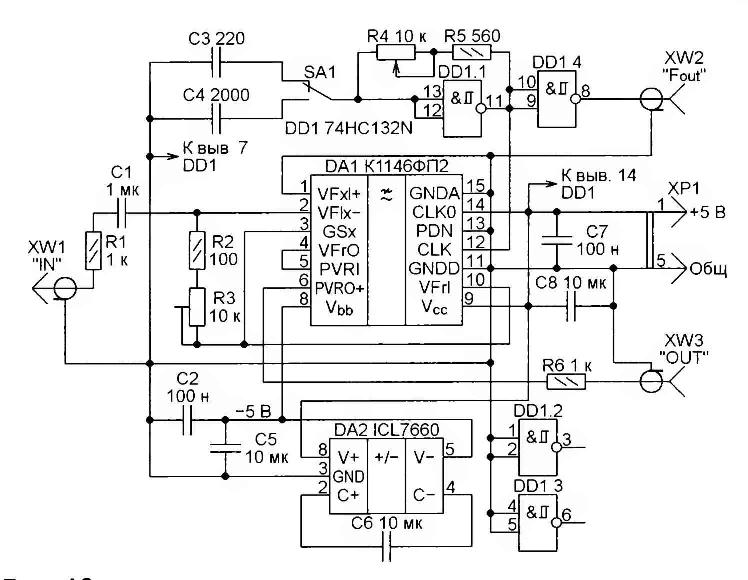


Рис. 10

Принципиальная схема этой приставки изображена на **рис. 10**. Узел на микросхеме DA2 ICL7660 [15] и конденсаторах C2, C5, C6 служит для получения постоянного напряжения −5 В, необходимого для питания микросхемы фильтра DA1 К1146ФП2 [16]. На триггере Шмитта DD1.1 (элементе микросхемы 74HC132N [17]), конденсаторах C3 и C4, переменном резисторе R4 и постоянном R5 собран генератор тактовых импульсов для микросхемы DA1. Триггер DD1.4 служит буфером для этих импульсов, поступающих для измерения их частоты на разъём XW1 частотомера. Ещё два элемента микросхемы DD1 не используются. Во избежание самовозбуждения их входы соединены с общим проводом, а выходы оставлены свободными.

Выходной сигнал на разъёме XW2 приставки (прямоугольные импульсы уровней ТТЛ) служит для контроля тактовой частоты микросхемы DA1 и пропорциональной ей частоты среза

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

фильтра. Выходное сопротивление по этому выходу — около 1 кОм.

Печатная плата ФНЧ изображена на **рис. 11**. Он питается от разъёма XS2 частотомера по соединительному кабелю с разъёмом XP1. Внешний вид ФНЧ в корпусе показан на **рис. 12**.

Частотомер имеет три кнопки управления. Кнопкой SB1 "Start" включают и выключают выбранный режим работы. Нажатиями на кнопку SB2 "Input" выбирают входы (разъёмы XW1 "TTL", XW2 "VHF", XW3 "UHF"). Нажатиями на кнопку SB3 "Range" перебирают режимы работы прибора. В некоторых режимах кнопки имеют и другое назначение.

Измерение частоты следования и длительности импульсов уровней ТТЛ

Нажатиями на кнопку SB3 выберите режим "FREQUENCY", а на кнопку SB2 — входной разъём в зависимости от вида (цифровой или аналоговый) и вероятной частоты измеряемого сигнала. Например, на **рис. 13** для цифрового сигнала выбран вход "TTL". Если этот сигнал — прямоугольные импульсы длительностью 1 мс, следующие с периодом 30 мс, то после запуска измерения нажатием на кнопку SB1 экран ЖКИ станет попеременно принимать вид, показанный на **рис. 14** и **рис. 15**. Здесь буквами H и L обозначены длительности соответственно высокого и низкого уровней измеряемых импульсов. Например, при импульсах со скважностью 3, следующих с частотой около 3,333 МГц, на экране ЖКИ будут сменяться надписи, показанные на **рис. 16** и **рис. 17**. Сложив значения H и L, можно вычислить период повторения импульсов.

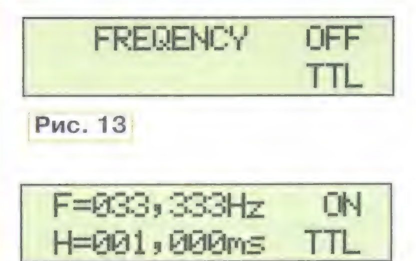


Рис. 13

Рис. 14

F=033,333Hz ON
L=029,000ms TTL

Рис. 15

F=03333257Hz ON
H=00,103us TTL

Рис. 16

F=03333258Hz ON
L=00,197us TTL

Рис. 17

Измерение частоты аналоговых сигналов

Такие сигналы подают на входы "VHF" или "UHF", выбирая их также нажатиями на кнопку SB3. При этом экран ЖКИ принимает вид, аналогичный показанному на **рис. 18** (вход "VHF") или **рис. 19** (вход "UHF"). Если к прибору подключён датчик температуры, вместе с измеренным значением частоты на экран будут выведены и его показания.

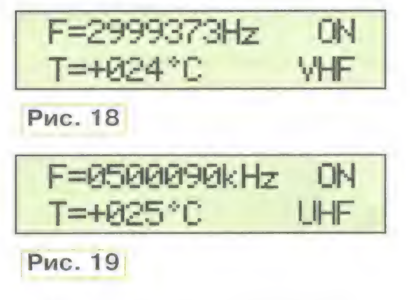


Рис. 18

Рис. 19

Измерение ухода частоты сигнала

Нажатиями на кнопку SB3 выберите режим "+/–FREQUENCY" (**рис. 20**), а нажатиями на кнопку SB2 — вход, на который должен быть подан измеряемый сигнал. С запуском измерения начнётся вывод на экран ЖКИ текущих, измеряемых каждую секунду значений отклонения текущей частоты сигнала от её начального значения, зафиксированного в момент начала измерений (**рис. 21**, **рис. 22**). После нажатия на кнопку SB1 измерения будут остановлены, на ЖКИ будут выведены, как показано на **рис. 23**, максимальные по абсолютной величине зафиксированные за время измерения значения ухода частоты в одну и в другую стороны.

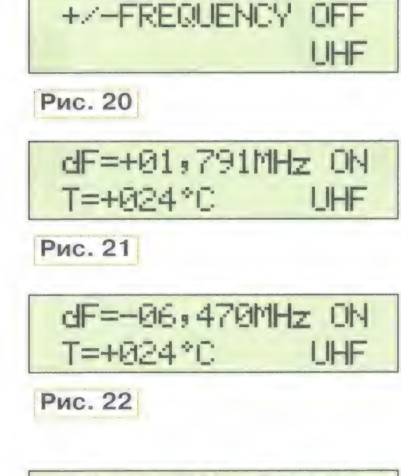


Рис. 20

Рис. 21

Рис. 22

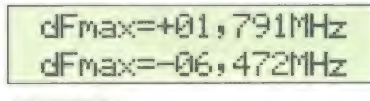


Рис. 23

Счёт импульсов

Видеоимпульсы для подсчёта подайте на разъём XW1 в режиме "COUNTER". Счёт начнётся сразу же после нажатия на кнопку SB1 и появления на экране ЖКИ надписи "COUNTER - ON", но на нём сохранится результат предыдущего цикла измерения. Результат текущего цикла будет выведен на экран только по его завершении ещё одним нажатием на кнопку SB1, как показано на **рис. 24**.

Счётчик радиоимпульсов работает аналогично, но подают их на входы "VHF" или "UHF". Результат тоже появится на экране лишь по завершении счёта (**рис. 25**).



Рис. 24

Рис. 25

Измерение параметров N-го видеоимпульса

Для такого измерения выберите режим "PULS-N" и вход "TTL". После установки номера подлежащего измерению импульса кнопками SB2 и SB3 и запуска режима нажатием на кнопку SB1 (**рис. 26**) прибор начнёт отсчёт импульсов. Дождавшись N-го импульса, он измерит длительность его высокого уровня, а также длительность следующей за ним паузы низкого уровня (**рис. 27**).

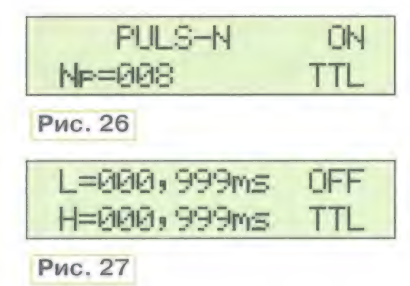


Рис. 26

Рис. 27

Измерение параметров N-го радиоимпульса

Выполняется аналогично описанному выше измерению параметров N-го видеоимпульса, но в режиме "RF/PULS-N " и выбранном входе "VHF" или "UHF" (**рис. 28**, **рис. 29**).

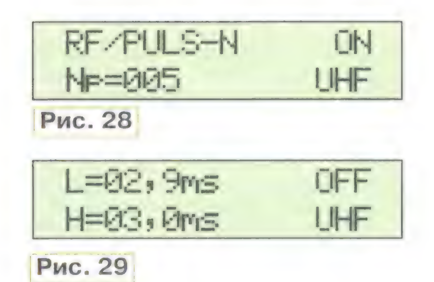


Рис. 28

Рис. 29

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Измерение отношения частот сигналов на входах "VHF" и "TTL"

На вход "VHF" подайте сигнал большей частоты, а на вход "TTL" — меньшей частоты, и включите режим "VHF/TTL". Прибор выведет на ЖКИ измеренные значения обеих частот (поочерёдно) и вычисленное значение их отношения K_v. Пример показан на **рис. 30** и **рис. 31**.

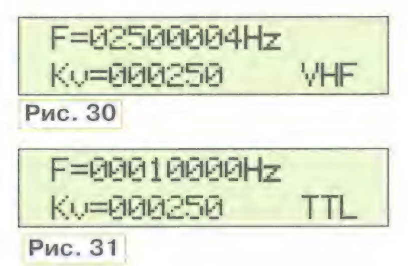


Рис. 30

Рис. 31

Измерение отношения частот сигналов на входах "UHF" и "VHF"

Происходит аналогично предыдущему, но сигнал более высокой частоты подайте на вход "UHF", а более низкой — на вход "VHF", и включите режим "UHF/VHF". Пример приведён на **рис. 32** и **рис. 33**.

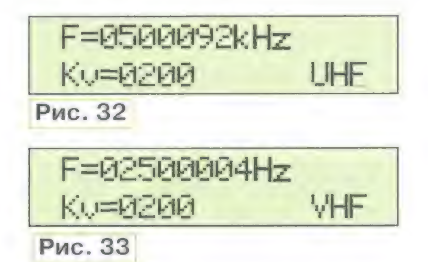


Рис. 32

Рис. 33

Измерение одиночных импульсов

Выберите режим "PULS LH" (**рис. 34**). Нажатием на кнопку SB2 задайте полярность измеряемого импульса (высокого логического уровня H, низкого логического уровня L). Сигнал подайте на вход "TTL". После включения режима нажатием на кнопку SB1 прибор дождётся

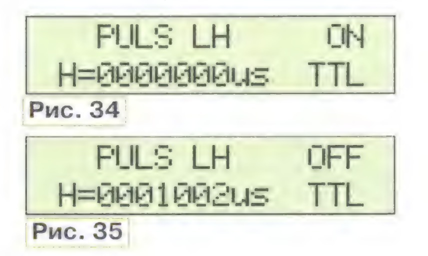


Рис. 34

Рис. 35

поступления импульса, измерит его длительность и выведет результат на ЖКИ (**рис. 35**).

Измерение резонансной частоты параллельного колебательного контура

К разъёму "TTL" прибора присоедините разъём XW1 приставки-измерителя резонансной частоты, подключённой к измеряемому контуру. Выберите режим "FREQUENCY-LC" (**рис. 36**) и включите его. На ЖКИ, как показано на **рис. 37**, будут выведены измеренное значение резонансной частоты контура

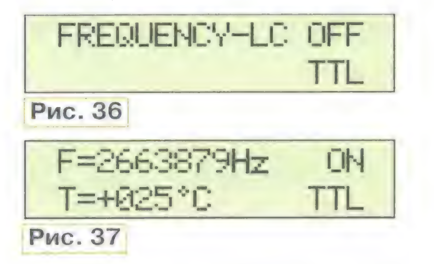


Рис. 36

Рис. 37

и температура окружающей среды, если её датчик подключён.

Делитель частоты аналогового сигнала частотой до 50 МГц

Выберите режим "DIVIDER" и вход "VHF" (**рис. 38**). Подайте на этот вход сигнал исходной частоты и нажмите на кнопку SB1. С разъёма "TTL", служащего в данном случае выходом, снимайте сигнал поделённой частоты. Прибор бу-

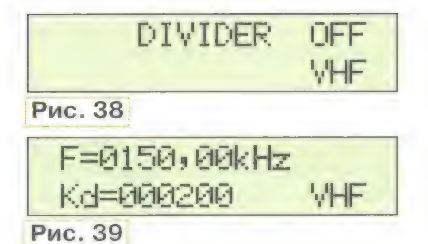


Рис. 38

Рис. 39

дет измерять её каждую секунду. На ЖКИ будут отображены установленный коэффициент деления и измеренное значение частоты выходного сигнала (**рис. 39**).

Делитель частоты аналогового сигнала частотой 50...1000 МГц

Выберите режим "DIVIDER", вход "UHF" (**рис. 40**) и подайте сигнал на этот вход. Нажмите на кнопку SB1. Сигнал поделённой частоты снимайте с

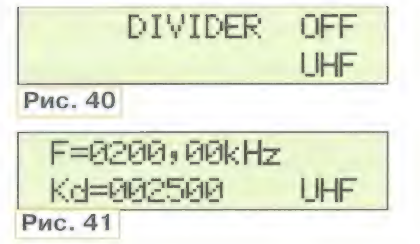


Рис. 40

Рис. 41

разъёма XW1 "TTL". Информация, выводимая в этом режиме на ЖКИ (**рис. 41**), аналогична предыдущей.

Учтите, что прежде чем включить делитель частоты, микроконтроллер прибора проверяет параметры сигнала, поданного на разъём "UHF". Для этого он предварительно устанавливает коэффициент деления равным 1000. Если параметры входного сигнала соответствуют требуемым, коэффициент деления становится равным заданному. Если же сигнал на входе отсутствует или его параметры неудовлетворительны, делитель частоты включён не будет, а на ЖКИ появится надпись "NO SIGNAL".

Режим "TEST"

В этом режиме разъём XW1 "TTL" служит выходом, на который можно выводить последовательности импульсов логических уровней с частотой следования 1 МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц, 10 Гц или 1 Гц. Экран ЖКИ имеет вид, подобный показанному на **рис. 42**.

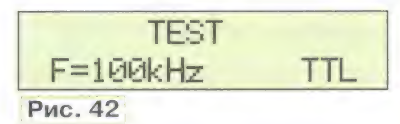


Рис. 42

Режим "TIMER"

В этом режиме прибор формирует на выходе "TTL" одиночный прямоугольный импульс длительностью от 1 мкс до 99,999 мс при шаге установки 1 мкс, от 10 мкс до 999,99 мс при шаге установки 10 мкс, от 100 мкс до 9,9999 с при шаге установки 100 мкс или от 1 мс до 99,999 с при шаге установки 1 мс. Выберите один из интервалов кратковременными нажатиями на кнопку SB2. На экране ЖКИ это будет отображено перемещением десятичной запятой и сменой наименований единиц времени: us — микросекунды, ms — миллисекунды, s — секунды.

Длительными нажатиями на кнопку SB2 выберите способ запуска: надписи в правом нижнем углу экрана нет — ручной нажатием на кнопку SB1, надпись "TRG" в этом углу — внешний запуск импульсом, поданным на вход "VHF". Длительным нажатием на кнопку SB1 войдите в режим установок, признак которого — надпись "SET" в правом верхнем углу экрана. Такими же нажатиями на кнопку SB1 задайте логический уровень выходного импульса: H — высокий, L — низкий.

Далее нажатиями на кнопки SB2 и SB3 установите необходимую длительность импульса. Каждое такое нажатие соответственно увеличит или уменьшит младший разряд её значения на единицу. Если кнопку удерживать нажатой, изменение станет непрерывным, а его скорость будет постепенно расти. По достижении нужного значения выйдите из режима установки кратковременным нажатием на кнопку SB1.

Следующее нажатие на кнопку SB1 либо запустит таймер, либо переведёт его в режим ожидания нарастающего перепада импульса на входе "VHF". Примеры изображений на экране ЖКИ в режиме "TIMER" показаны на **рис. 43**—**рис. 46**.

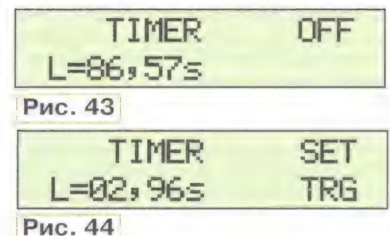


Рис. 43

Рис. 44

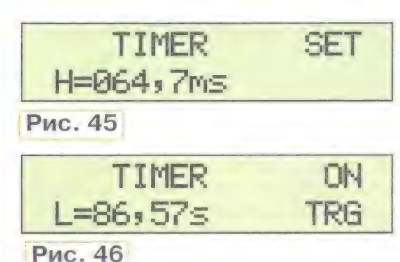


Рис. 45

Рис. 46

Режим генератора пачки импульсов "GEN PULS-1"

В этом режиме на служащем выходом разъёме XW1 "TTL" прибор формирует пачки прямоугольных импульсов. Их длительность $H_{р}$ может быть задана в пределах от 3 мкс до 65535 мкс (**рис. 47**), длительность паузы между ними $L_{р}$ — от 3 мкс до 65535 мкс (**рис. 48**) и число импульсов $N_{р}$ — от 1 до 65535 (**рис. 49**).

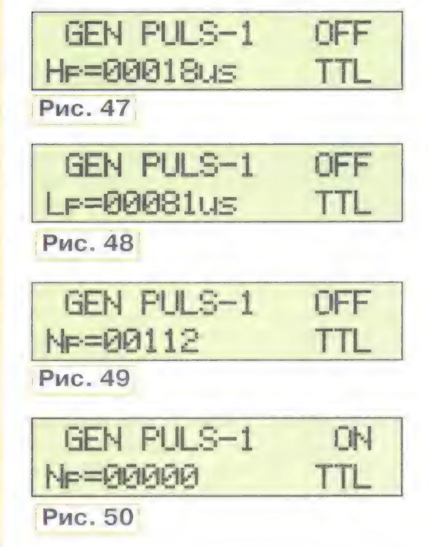


Рис. 47

Рис. 48

Рис. 49

Рис. 50

Устанавливаемый параметр выбирайте длительными нажатиями на кнопку SB1, его значение — нажатиями на кнопки SB2 и SB3. Запустите генератор кратковременным нажатием на кнопку SB1 или нарастающим перепадом импульса на входе "VHF". В этом режиме прибор может работать и как генератор непрерывной последовательности импульсов. Для этого необходимо задать их число $N_{р}$ равным нулю (**рис. 50**).

Режим генератора пакета импульсов "GEN PULS-2"

В этом режиме на разъёме "TTL", служащем выходом, можно сформировать пакет, содержащий до 32 прямоугольных импульсов разной длительности от 3 мкс до 65535 мкс и паузами между импульсами от 3 мкс до 65535 мкс. Выбор параметра — длительным нажатием на кнопку SB1. Установка параметра — нажатием на кнопки SB2 и SB3. Запуск — кратковременным нажатием на кнопку SB1 или по нарастающему перепаду импульса, поданного на вход "VHF".

Экран ЖКИ в этом режиме имеет вид, показанный на **рис. 51**—**рис. 53**.

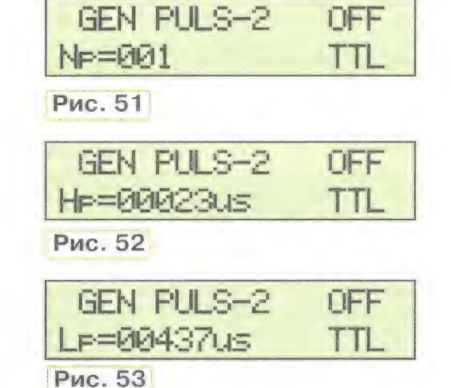


Рис. 51

Рис. 52

Рис. 53

Режим генератора прямоугольных импульсов "GEN PULS-3"

В этом режиме на служащем выходом разъёме "TTL" прибор формирует прямоугольные импульсы со скважностью 2 и частотой от 1 Гц до 99,99 кГц. Экран ЖКИ в этом режиме имеет вид, показанный на **рис. 54** и **рис. 55**.

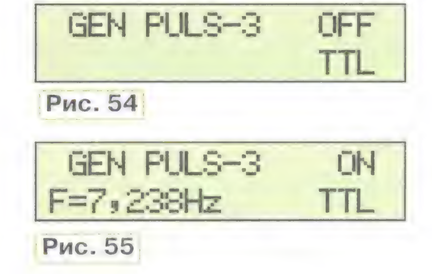


Рис. 54

Рис. 55

Режим "GEN PWM"

В этом режиме на выходе — разъёме "TTL" — прибор формирует прямоугольные импульсы частотой 1,558 кГц с ШИМ. Коэффициент заполнения P задайте нажатиями на кнопки SB2 и SB3. Экран ЖКИ в этом режиме имеет вид, показанный на **рис. 56** и **рис. 57**.

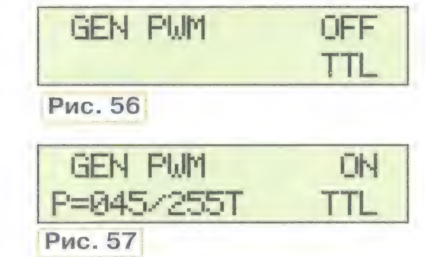


Рис. 56

Рис. 57

Режим генератора псевдослучайных чисел "GEN NOIS"

В этом режиме на выходе "TTL" прибор формирует псевдослучайную последовательность прямоугольных импульсов. Экран ЖКИ имеет вид, показанный на **рис. 58** и **рис. 59**.



Рис. 58

Рис. 59

Умножитель частоты аналогового сигнала

Выберите режим "MULT F" (**рис. 60**). На вход "VHF" подайте сигнал, частота которого подлежит умножению. Прибор измеряет эту частоту и выводит её значение на экран ЖКИ. Нажатием на кнопку SB2 войдите в режим установки параметров (**рис. 61**). Нажатиями на кнопку SB3 сделайте необходимые установки, затем нажатием на кнопку SB2 выйдите из этого режима. Нажатием на кнопку SB1 запустите умножитель (**рис. 62**). Прибор начнёт генерировать сигнал умноженной частоты, выводя его на разъём SW3 "UHF", измерять её и выводить результат на экран ЖКИ. Нажатиями на кнопки SB2 и SB3 можно менять коэффициент умножения.



Рис. 60

Рис. 61

Рис. 62

Использование приставки ФНЧ

Разъём XW2 приставки (см. рис. 10) соедините с входом "TTL" прибора, а её разъём XP1 — с разъёмом XS2 прибора. Установите режим работы частотомера "LOW PASS FILTER" (**рис. 63**). Переключателем SA1 приставки выберите интервал изменения частоты среза АЧХ фильтра (F), а переменным резистором R4 установите нужное

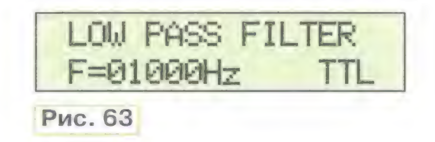


Рис. 63

значение этой частоты, контролируя его по ЖКИ прибора. Вход фильтра — разъём XW1 приставки, а выход — её разъём XW3.

После установки частоты среза приставка может работать автономно, достаточно подать на её разъём XP1 напряжение питания.

В заключение — об особенностях использования в приборе некоторых микросхем. Согласно справочным данным, микросхема LMX2316TM (DD2) должна работать при частоте сигнала на входе F_{in} (выводы 5 и 6) не ниже 100 МГц. Однако использованный мной экземпляр успешно работает, начиная с частоты 5 МГц.

Вывод 8 (OSC) этой микросхемы предназначен для подключения кварцевого резонатора на частоту 5...40 МГц. У меня он использован как вход внутреннего делителя образцовой частоты, который, как выяснилось, прекрасно работает при подаваемых на этот вывод сигналах частотой от единиц герц до 100 МГц.

Вывод 9 (Xtal) микросхемы TXC101 (DA3), предназначенный для подключения кварцевого резонатора на частоту 8...12 МГц, я использую как вход умножителя частоты. Фактически он способен работать при входной частоте 6,5...13,5 МГц, что соответствует выходной частоте, лежащей в интервале приблизительно 280...560 МГц.

Timer0 микроконтроллера PIC18F252 (DD4), используемый в приборе для измерения частоты, способен (согласно справочным данным) считать импульсы, следующие с частотой не более 50 МГц. Однако, как показала проверка, с разными экземплярами микроконтроллера максимальная измеряемая прибором со входа "TTL" частота достигает 55 МГц и даже 80 МГц.

ЛИТЕРАТУРА

13. Low Voltage Temperature Sensors TMP35/TMP36/TMP37. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/TMP35_36_37.pdf** (21.10.2019).

14. TL431/TL432 Precision Programmable Reference. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tl431.pdf** (21.10.2019).

15. Principles and Applications of the ICL7660CMOS Voltage Converter. — URL: **http://www.ece.ualberta.ca/~ee401/parts/data/ICL7660-2.pdf** (21.10.2019).

16. 2912A PCM Transmit/Receive Filter. — URL: **http://radio-hobby.org/uploads/datasheet/155/2912/2912a.pdf** (21.10.2019).

17. 74HC132/D74HC132 Quad 2 Input NAND Gate with Schmitt Trigger Inputs. — URL: **https://www.elektronik-kompendium.de/public/schaerer/FILES/74hc132.pdf** (21.10.2019).

От редакции. *По адресу* ***https://ftp.radio.ru/pub/2020/01/f-metr.zip*** *имеются программа микроконтроллера частотомера и файлы его печатных плат в формате Sprint Layout 6.0.*

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

БАЛАЕВ Б. "Экономичный измеритель ёмкости и ЭПС конденсаторов с усиленной защитой". — Радио, 2019, № 8, с. 17—21.

При повторении этого прибора читатели выявили в нём некоторые недоработки. Эти проблемы и меры, которые я принял для их устранения, описаны ниже.

1. Были жалобы на заниженные результаты измерения ЭПС конденсаторов ёмкостью менее 10 мкФ. Как оказалось, причина в большом разбросе параметров сдвоенных ОУ LM358N, имеющихся в продаже. В результате прибор может получиться как вполне работоспособным (как было у меня с первым собранным экземпляром), так и полностью непригодным к использованию.

Чтобы улучшить точность измерений, я увеличил начальное смещение на входе ОУ, увеличив сопротивление резистора R2 до 150 Ом, а сопротивление резистора R14 уменьшив до 270 кОм. Дальнейшее улучшение дала замена микросхемы LM358N на AD8032ANZ. С ней характеристики прибора полностью соответствуют заявленным. Однако она довольно дорого стоит, к тому же её трудно найти. Проверена и микросхема MCP602-I/P, которая работает несколько хуже. С ней при ёмкости проверяемого конденсатора менее 10 мкФ погрешность всё-таки растёт. Можно применить и микросхемы AD8031ANZ или MCP601-I/P, содержащие один ОУ, но под них придётся переделывать печатную плату.

2. Как оказалось, при указанном в статье номинальном сопротивлении резистора R22 (10 кОм) с некоторыми экземплярами микросхемы TL431ACP (DA1) прибор ошибочно определяет светодиодный индикатор HG1 с общими катодами как индикатор с общими анодами. Если уменьшить номинал этого резистора до 3,3 кОм, оба вида индикатора определяются безошибочно.

3. Приложенный к первой статье HEX-файл был получен трансляцией программы для микроконтроллера PIC16F873A. Оказалось, что после его загрузки в микроконтроллер PIC16F876A (как рекомендовано в статье) программа некорректно работает с EEPROM. Это особенно сказывается на работе прибора, питающегося от гальванических элементов, после их замены. Теперь программа откорректирована.

4. В "Радио" № 10 за 2019 г. на с. 48 (раздел "Наша консультация") уже было сообщено о том, что на схеме и печатной плате прибора неправильно указаны номера выводов полевого транзистора IRF7413 (VT2). Чтобы устранить эту ошибку, достаточно при установке транзистора на плату развернуть его корпус на 180 градусов.

От редакции. *В хранящийся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/08/esr-cap.zip*** *архив добавлены доработанные версии программы для микроконтроллеров PIC16F673A и PIC16F676A.*

"Paradox MX" — терменвокс со встроенным индикатором высоты тона

И. МАМОНТОВ, г. Электросталь Московской обл.

Предлагаемая конструкция построена по тем же принципам, что заложены в терменвокс "Paradox" [1]. Но использование микроконтроллера с встроенными аналоговыми узлами позволило не только снабдить инструмент светодиодным индикатором высоты тона, но и упростить звукоформирующую часть. Индикация введена и в канал громкости, что дополнительно облегчает настройку. Питается инструмент от однополярного источника напряжения +5 В.

Основным мотивом, побудившим создать этот терменвокс, было недоумение, вызванное знакомством с устройством терменвокса "Skywave H1" [2], созданного англичанином Фредом Манделлом (Fred Mundell) и демонстрировавшегося в лондонском Royal Festival Hall в 2010 г. Этот инструмент построен на микросхеме CY8C27143 [3] — программируемой системе на кристалле (PSoC — Programmed System on Chip), основное назначение которой заключалось в выработке команды выключения звука при переходе руки в область "отрицательных" биений, где частота перестраиваемого генератора становится выше частоты образцового.

Зная о широких возможностях этой микросхемы, содержащей, помимо процессорного ядра, набор цифровых и аналоговых блоков, было странно видеть, что её аналоговая часть не использована совсем, а такие простые функции, как стробирование логического сигнала и деление его частоты на два, реализованы с помощью дополнительной логической микросхемы низкой степени интеграции. Тайну этого технического решения покойный Ф. Манделл унёс с собой, хотя с непригодностью аналоговых блоков PSoC для формирования высококачественного звука я с ним полностью согласен.

В предлагаемой конструкции на микросхему PSoC, помимо обнаружения отрицательных биений, возложены звукоформирующие функции, а для улучшения качества сигнала приняты специальные меры. Возможно, к этому пришёл бы и сам Ф. Манделл, который всегда был наполнен новыми идеями. Его памяти и посвящена эта статья.

Индекс MX в названии описываемого терменвокса означает "MiXed signal array", что подчёркивает наличие в нём специфической микросхемы для смешанной (аналоговой и цифровой) обработки сигнала. Общая концепция инструмента повторяет идеи, заложенные в [1]. Это использование повышенных рабочих частот и их делителей, кратность частот каналов высоты тона и громкости, манипуляция громкостью с помощью телевизионной микросхемы УМЗЧ. При смешанной обработке цифровые блоки микросхемы PSoC использованы в качестве источников тактовых импульсов, аналоговые — для построения смесителя и формантных фильтров. Процессорное ядро и часть цифровых блоков заняты вспомогательными операциями — измерением частоты формируемого сигнала, индикацией и управлением. Весь звуковой тракт остался аналоговым и реализует классический принцип гетеродинирования.

Основная проблема, с которой обычно сталкивается разработчик устройства на PSoC, — плохие шумовые свойства её аналоговой части. Этому способствуют не только наличие на том же кристалле процессорного ядра, но и многочисленные паразитные связи между внутренними узлами микросхемы, создающие перекрёстные наводки. Самые серьёзные источники наводок — блоки SCB (Switched Capacitor Block) с переключаемыми конденсаторами. Они работают при высокой тактовой частоте и имеют на выходе пульсирующий сигнал [4]. Тактирование подразумевает дискретизацию сигнала по времени, что приводит к интерференции тактового сигнала с полезным и появлению в последнем неблагозвучных спектральных компонент. Против этого приняты следующие меры:

1. Согласно принципу действия терменвокса, в нём происходит взаимодействие двух сигналов, создаваемых образцовым и перестраиваемым генераторами. Если на тактовый вход SCB подать сигнал от одного из них, а на сигнальный вход — от другого, на выходе получим биения разностной частоты. Если последующую обработку (например, формантную фильтрацию) выполнять блоками SCB, работающими на той же тактовой частоте, то новым интерференционным частотам взяться просто неоткуда.

2. В микросхеме PSoC имеется внутренняя шина "искусственной земли", на которой обычно установлено напряжение, равное половине напряжения питания микросхемы. Оно служит образцовым для всей её аналоговой части. Фирма Cypress рекомендует в ответственных случаях включать режим AGND bypass, соединяющий эту шину с выводом P2[4] микросхемы, и подключить к этому выводу конденсатор большой ёмкости [5]. Однако на практике это не даёт ощутимого эффекта.

3. Звуковой сигнал, генерируемый терменвоксом, должен ослабевать вплоть до полного исчезновения по мере приближения руки исполнителя к антенне громкости. На раннем этапе разработки регулировать громкость предполагалось тоже средствами PSoC. Это позволило бы построить терменвокс всего на одной микросхеме, мощности аналоговых выходов которой вполне достаточно для головных телефонов. Но этот вариант создавал ощутимый шум в паузах. Поэтому решено было использовать уже испытанный в [1] способ управления громкостью с помощью специализированной телевизионной микросхемы, заодно увеличив максимальную выходную звуковую мощность. Внутри PSoC вся обработка сигнала ведётся при его максимальной амплитуде.

4. В микросхеме PSoC, как и во многих других микроконтроллерах, для получения высокой внутренней тактовой частоты использованы относительно низкочастотный генератор и система умножения частоты его сигнала в петле ФАПЧ (англ. PLL). Желая понизить энергопотребление, а может быть, и по другим причинам, специалисты фирмы Cypress применили в PSoC внутренний задающий генератор с малым размахом выходного сигнала. Он получился очень чувствительным к различным наводкам, приводящим к флюктуациям фазы сигнала на выходе системы ФАПЧ. В результате последовательность тактовых импульсов в таком режиме получилась неравномерной.

Фирма Cypress выпустила даже документ [6], описывающий все особенности конфигурирования узлов тактирования и специальные меры по улучшению их работы. Но выполнение его требований не дало желаемого результата. Разностный (звуковой) сигнал получался "шершавым", особенно при приближении его частоты к нулю. К счастью, в микросхеме предусмотрен режим прямого тактирования от внешнего генератора частотой 24 МГц.

Часть функциональной схемы микросхемы PSoC серии CY8C27443, ответственная за формирование звука, изображена на **рис. 1**. Сигнал фиксированной частоты, которую обычно называют образцовой, получают из тактовой частоты 24 МГц делением её на 8, 16, 32 или 64. В блоках SCB, из которых построены смеситель и формантные фильтры, происходит дополнительное деление тактовой частоты на четыре (это особенность работы их системы тактирования).

Сигнал от перестраиваемого генератора также подвергается делению час-

тоты и через внешний фильтр, отсекающий высшие гармоники, поступает на смеситель, где превращается в звуковой. Формантные фильтры придают звуку определённую окраску, после чего звуковой сигнал поступает на внешние относительно микросхемы PSoC узлы управления его амплитудой.

Параллельно сигнал со смесителя через внешний регулятор уровня поступает на другой выход микросхемы, к которому подключают головные телефоны. Это так называемый выход "предпрослушки", помогающий музыканту после длительной паузы взять нужную ноту, прежде чем она прозвучит для слушателя. Многие исполнители отдают предпочтение именно этому способу, а не визуальному индикатору высоты тона.

негармоничных призвуков, образующихся при формировании сигнала разностной частоты. Поскольку в результате переключений уровень сигнала на выходе фильтра меняется, для его восстановления потребовался усилитель с программно изменяемым коэффициентом усиления. Значения этого коэффициента подобраны экспериментально. Состояния ключей, коэффициенты усиления, резонансные частоты формантных фильтров и прочие параметры, определяющие характер звучания, объединены в группы для каждого из тембров, которые можно выбирать кнопками управления. Значения этих параметров для каждого тембра задают на этапе проектирования. Возможность их изменения в процессе эксплуатации инструмента не предусмотрена.

среза L2L3C15—C17, а затем для гетеродинирования возвращается обратно в микросхему DD1 через вывод P0[1]. Если частота среза фильтра выбрана равной частоте сигнала, то прямоугольный сигнал превращается в синусоидальный, если выше — на его перепадах появляются выбросы, амплитуда которых может превысить допустимое входное напряжение микросхемы. Чтобы этого не случилось, применён делитель напряжения R14R17. Через резистор R18 на аналоговый вход P0[1] поступает с вывода P2[4] постоянное смещение, равное половине напряжения питания. Его сглаживают конденсаторы большой ёмкости C4 и C7. Во время отладки конденсаторы C4 и C7 отключались от линии P2[4], а взамен их устанавливались резисторы сопротивлением по 10 кОм.

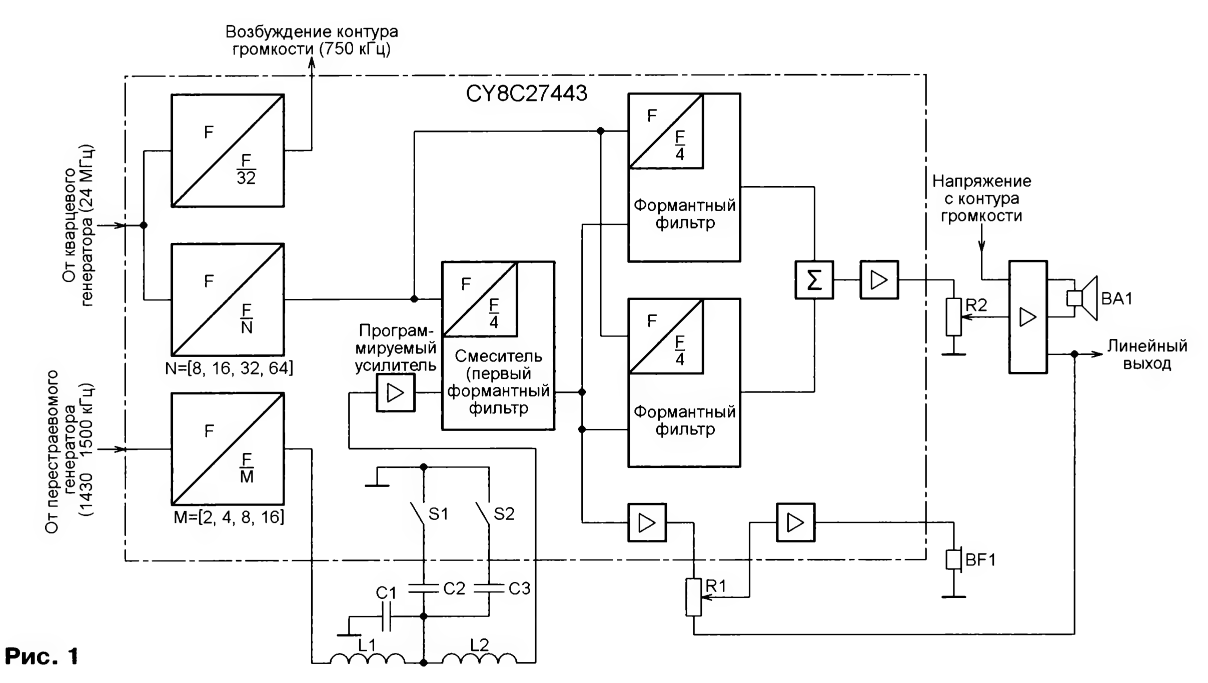


Рис. 1

Этот выход можно использовать также для "тихих" репетиций с использованием головных телефонов. Для этого движок переменного резистора R1, отвечающего за соотношение уровней сигналов, устанавливают в нижнее по схеме положение. В реальности узел регулирования громкости сделан несколько иначе, а описанное выше помогает лишь лучше понять его работу.

К особенностям предлагаемого терменвокса нужно отнести и то, что для переключения регистров звучания использованы не отводы от ступеней деления частоты, как в [1], а смена коэффициентов пересчёта счётчиков-делителей. Это делает невозможным получение комбинаций звучания, но зато фильтр, отсекающий высшие гармоники, сделан с переключаемой частотой среза. Переключение происходит путём коммутации конденсаторов фильтра выходами микросхемы PSoC, сконфигурированными как "нижние ключи".

Напомню, что отсечение высших гармоник необходимо для подавления

Принципиальная схема основного блока терменвокса показана на **рис. 2**. Кварцевый генератор G1 вырабатывает тактовую частоту для микросхемы PSoC DD1. На ней построены делители частоты, смеситель, узлы формантной фильтрации, а также реализованы управление и индикация. На её вход P1[7] поступает сигнал от перестраиваемого генератора на транзисторе VT1. Его схема аналогична применённой в [1], но добавлен индивидуальный параллельный стабилизатор напряжения питания на микросхеме DA1, резисторах R9, R11, R12 и конденсаторе C6. Параллельное соединение резисторов R9 и R11 потребовалось для более точной установки напряжения стабилизации. Ещё одно отличие — оперативная регулировка начальной частоты осуществляется не конденсатором переменной ёмкости, а изменением индуктивности катушки L1.

После деления частоты сигнал перестраиваемого генератора, имеющий прямоугольную форму, поступает с вывода P0[6] микросхемы DD1 на фильтр с переключаемой частотой

Сформированный звуковой сигнал с выхода P0[2] микросхемы DD1 поступает на регулятор уровня R21 и далее через ФНЧ/делитель напряжения R24C19R25C20R23 — на управляемый усилитель DA2. Здесь использована микросхема TDA7056A, отличающаяся от применённой в [1] AN5265 существенно меньшим напряжением управления громкостью (1,4 В вместо 12 В) и мостовой выходной ступенью, позволяющей получать большую выходную мощность (это особенно важно при напряжении питания +5 В). Напряжение управления подано на вывод 5 этой микросхемы от специального формирователя на транзисторе VT2.

Как в [1], да и во многих других терменвоксах, сигнал управления громкостью формируется путём возбуждения колебательного контура, в который входит собственная ёмкость антенны WA2. Поднося к ней руку, исполнитель расстраивает контур относительно частоты возбуждения, что приводит к уменьшению амплитуды протекающего через его элементы переменного тока.

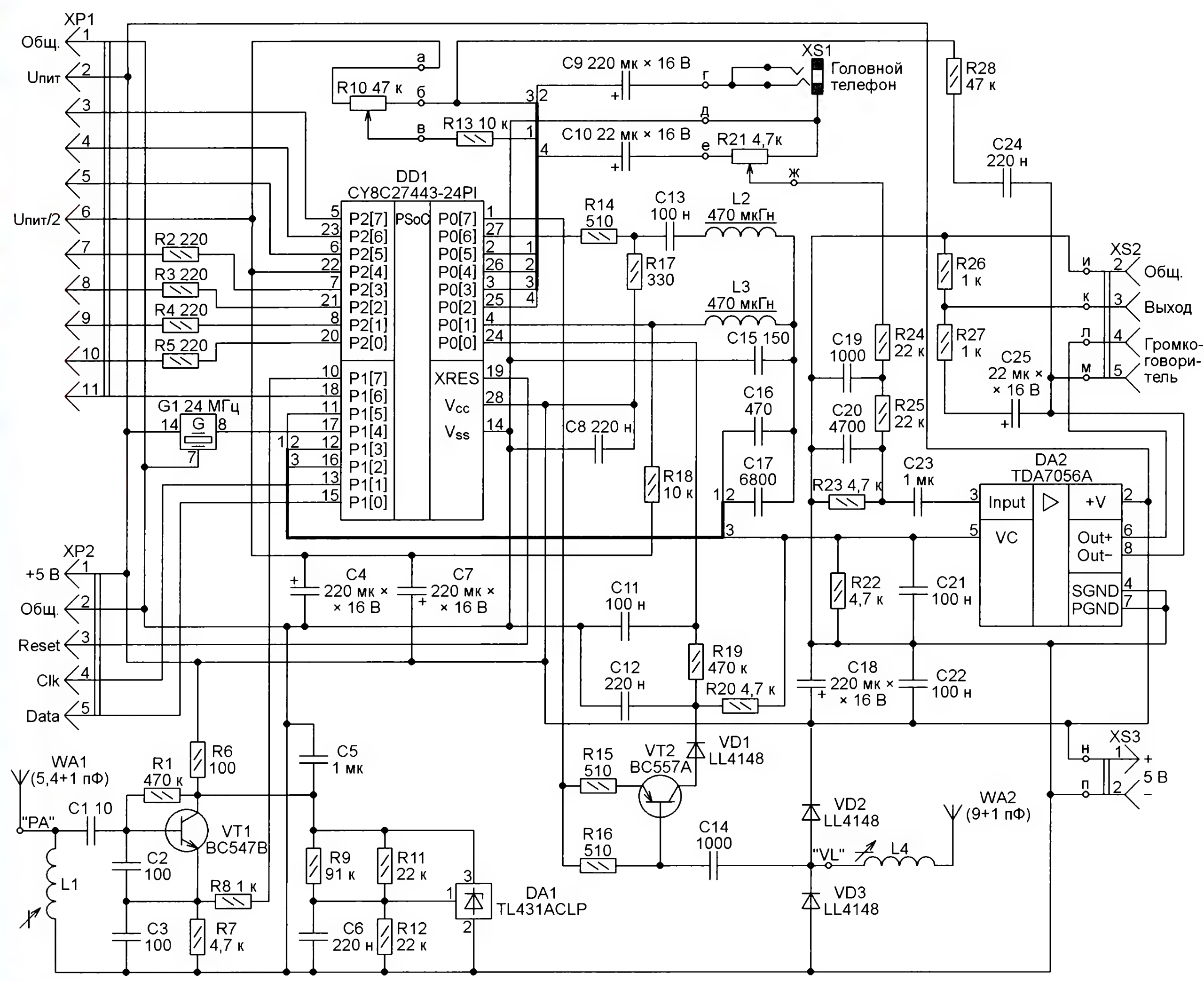


Рис. 2

Специальный узел детектирует этот ток и подаёт пропорциональное ему напряжение на управляющий элемент. В [1] детектировались импульсы тока, потребляемого буферной ступенью, "накачивающей" колебательный контур.

Теперь буферная ступень не нужна. Нагрузочной способности выхода микросхемы DD1 хватает, чтобы напрямую возбудить контур, состоящий из катушки индуктивности L4 и ёмкости антенны WA2. Мерой контурного тока служит падение напряжения на низкоомном резисторе R16. Транзистор VT2 и диод VD1 преобразуют это падение в напряжение управления. Коэффициент преобразования зависит от отношения сопротивлений резисторов R15 и R22. Резистор R20 нужен для ограничения напряжения управления, подаваемого на вход VC (volume control) микросхемы DA2, приблизительно до 1,7 В, что повышает скорость реакции в области максимальных значений её коэффициента усиления. Сопротивление резистора R22 не должно превышать 5 кОм, иначе микросхему откроет ток смещения, подаваемый на вход управления внутри неё. Так сделано, чтобы вход VC можно было оставлять неподключённым.

Режим выключенного звука Mute программно реализован установкой низкого логического уровня на выводе P1[2] микросхемы DD1. Управление режимом Mute можно сделать механическим, соединив вход VC не с выводом P1[2], а с обычным выключателем.

Для увеличения скорости реакции на изменяющийся сигнал управления громкостью требуется уменьшать ёмкость конденсатора C12, служащего сглаживающим. Но тогда в сигнал управления станут проникать продукты взаимодействия сигнала накачки с сигналом, наводимым в антенне WA2 антенной WA1. Если бы генератор накачки был независимым, эти продукты (биения между гармониками колебаний двух генераторов) могли бы оказаться в слышимом диапазоне и, проникая в звуковой тракт, создавать негармоничные призвуки. При работе генератора накачки на частоте, в точности кратной образцовой частоте канала высоты тона, призвуки становятся гармоничными и воспринимаются как лёгкое изменение тембра, становящееся заметным только при приближении к области нулевых биений, где действие конденсатора C12 ослабляется.

Оставшиеся свободными ресурсы микросхемы DD1 позволили добавить в инструмент узел измерения сигнала управления громкостью. Для этого напряжение с конденсатора C12 заведено на линию P0[0]. Аналого-цифровое преобразование реализовано программно с помощью блока, сконфигурированного как компаратор с программируемым порогом переключения. Использованы три порога, соответствующих напряжению на входе VC микросхемы DA2 0,6 В, 1 В и 1,4 В. При выборе порогов учтено влияние режима Mute на делитель напряжения R20R22.

Сигнал с вывода 8 микросхемы DA2 через делитель напряжения R26R27, понижающий его амплитуду до 1 В, подан на линейный выход инструмента — контакт 3 разъёма XS2. К контактам 4 и 5 этого же разъёма можно подключить громкоговоритель сопротивлением 4 Ом и мощностью 3 Вт. Но в этом случае микросхеме DA2 требуется теплоотвод с площадью поверхности рассеивания не менее 20 см^2. Разъём XS3 служит для подачи на инструмент питающего напряжения +5 В.

Регулятор уровня "предпрослушки" — переменный резистор R10 с постоянны-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ми резисторами R13 и R28. Все вместе они образуют сумматор звуковых сигналов. В исходном (левом по схеме) положении движка переменного резистора сигнал "предпрослушки" с выхода P0[5] микросхемы DD1 через резистор R13 соединён с внутренней "аналоговой землёй" этой микросхемы. Поэтому на вход усилителя сигнала прослушивания для головных телефонов (линию P0[3]) поступает только выходной сигнал инструмента. По мере изменения положения движка уровень сигнала "предпрослушки" растёт, а уровень выходного сигнала инструмента лишь немного уменьшается. Так сделано в порядке эксперимента для оценки достоинств и недостатков этого решения.

Для индикации имеются три шкалы, состоящие из образующих матрицу светодиодов HL1—HL20 (**рис. 3**) и HL21—HL24 (**рис. 4**). Матрица подключена к микросхеме DD1 через разъём XP1. Индикация — динамическая. Для сокращения числа линий управления в каждом узле матрицы установлены по два светодиода, соединённых встречно-параллельно. Это несколько усложняет алгоритм управления, требуя применения управляющих линий с тремя состояниями: выходы с высоким логическим уровнем, выходы с низким логическим уровнем и входы.

Высоту тона отображают светодиоды "C" — HL4, "C#" — HL5, "D" — HL9, "D#" — HL10, "E" — HL14, "F" — HL15, "F#" — HL19, "G" — HL20, "G#" — HL2, "A" — HL3, "A#" — HL7, "B" — HL8 (названия нот даны согласно стандартной нотации MIDI). Шкала октав образована светодиодами "1" — HL13, "2" — HL17, "3" — HL18, "4" — HL1, "5" — HL6, "6" — HL11, "7" — HL16. Октаве "0" соответствуют погашенные светодиоды всех остальных октав. Об уходе в область "отрицательных" биений сигнализирует светодиод "N" — HL12. При уходе выше седьмой октавы мигает светодиод "7" — HL16. Измерение частоты происходит по гибридному методу, описанному в [7]. Его достоинство — небольшая длительность измерения и быстрый отклик индикатора на изменение частоты.

Разрешающая способность применённого метода при длительности измерения 0,1 с не хуже 0,04 Гц во всём диапазоне частот, включая инфразвуковые. Так как индикация высоты тона с точностью до цента не предусмотрена, такое разрешение избыточно. Самым комфортным мне показался вариант индикации, при котором свечение двух смежных светодиодов соответствует "промаху", а свечение лишь одного светодиода свидетельствует о попадании на нужную ноту с точностью ±25 центов (четверть полутона).

Шкала громкости состоит из светодиодов "M" — HL21, "−2" — HL22, "−1" — HL23 и "0" — HL24. Первый сигнализирует о режиме Mute (звук выключен), три остальных отображают ступени громкости от минимальной до максимальной.

Управляют инструментом кнопками SB1—SB4, опрос состояния которых совмещён с динамической индикацией. Нажатиями на кнопки SB2 и SB3 изменяют тембр звучания инструмента, а совместно с кнопкой SB1 ими же переключают регистр звучания. Нажимая на кнопку SB4, включают и выключают режим Mute. Так как общий провод кнопок соединён с минусом питания микросхемы DD1 через имеющийся в ней резистор сопротивлением около 5,6 кОм, наблюдается паразитная засветка некоторых светодиодов при нажатиях на кнопки. Если это раздражает, можно внести в программу изменения, отключающие внутренний резистор, и заменить его внешним резистором сопротивлением около 100 кОм.

Платы управления соединены с разъёмом XP1 основной платы. Но некоторые его контакты (это цепи питания и "искусственной земли") при штатной работе терменвокса остаются неиспользованными. Они могут быть применены для питания подключаемого к этому же разъёму отладочного и другого вспомогательного оборудования.

Разъём XP2 служит для загрузки кодов в микросхему DD1 без извлечения её из устройства. При этом нужно позаботиться об отсутствии конфликтов источников питания — не включать источник питания платы, если напряжение +5 В поступает от программатора. При отключённом громкоговорителе полностью укомплектованная основная плата терменвокса потребляет ток около 120 мА, поэтому источник питания программатора должен выдерживать такой же ток. Если это условие не выполняется, то необходимо разорвать соединяющую программатор и плату цепь +5 В, проходящую через контакт 1 разъёма XP2, и питать эти устройства от раздельных источников напряжения 5 В. В качестве программатора подойдёт устройство, описанное в [8].

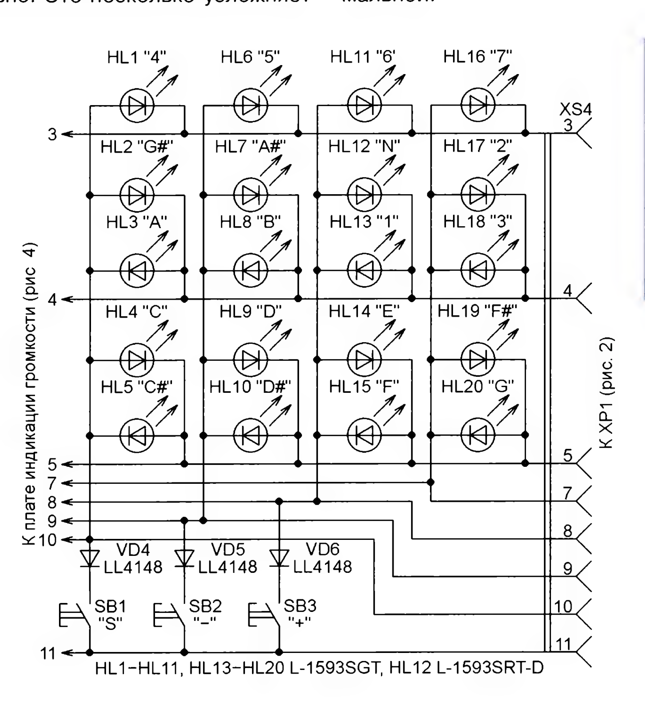


Рис. 3

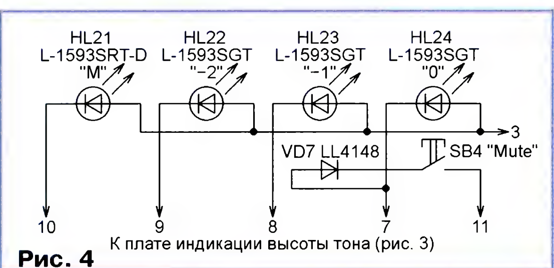


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамонтов И.** Терменвокс "Paradox". — Радио, 2018, № 6, с. 26—29; № 7, с. 44—47.

2. **Mundell F.** Skywave H1 Pitch-only "Theremin". — URL: **http://www.thereminworld.com/files/Pages/28/files/SkywaveHi.pdf** (13.11.2019).

3. CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C29x66, CY8C27x43, CY8C24x94, CY8C24x23, CY8C24x23A, CY8C22x13, CY8C21x34, CY8C21x34B, CY8C21x23,CY7C64215, CY7C603xx, CY8CNP1xx, and CYWUSB6953 PSoC Programmable System-on-Chip. Technical Reference Manual. — URL: **https://www.cypress.com/file/123666/download** (13.11.2019).

4. **Van Ess D.** Understanding PSoC1 Switched Capacitor Analog Blocks. — URL: **https://www.cypress.com/file/42191/download** (13.11.2019).

5. **Seguine D.** PSoC1 Selecting Analog Ground and Reference. — URL: **https://www.cypress.com/file/125266/download** (13.11.2019).

6. **Dahlin J.** PSoC1 — 32.768-kHz External Crystal Oscillator. — URL: **https://www.cypress.com/file/130221/download** (13.11.2019).

7. **Van Ess D.** PSoC®1Measuring Frequency. — URL: **https://www.cypress.com/file/67281/download** (13.11.2019).

8. **Мамонтов И.** Трёхканальный термометр на терморезисторах и микросхеме PSoC. — Радио, 2009, № 8, с. 25—27.

(Окончание следует)

Узконаправленный пироэлектрический извещатель движения

Д. МОЛОКОВ, г. Нижний Тагил Свердловской обл.

Предложена замена линзовой оптической системы извещателя PYRONIX COLT на зеркальную фокусирующую систему, значительно увеличивающую его дальность действия.

Чувствительная зона инфракрасных извещателей PYRONIX COLT XC [1] или PYRONIX COLT QUAD [2] в горизонтальной плоскости представляет собой сектор с центральным углом 90° и радиусом около 15 м. Она разграничена дугами окружности, между которыми находятся области, соответствующие различным порогам чувствительности извещателя. Границы этих областей определяются конфигурацией оптической системы, образованной изогнутой плёнкой из полупрозрачного пластика, с внутренней стороны которой спрофилированы группы усечённых линз Френеля, и составным тубусом из непрозрачного пластика. Их чувствительные элементы — пироэлектрические датчики LHi778, LHi878, LHi968 или их аналоги, возможности которых не ограничены дальностью 15 м.

Предлагаю взамен штатной применить зеркальную фокусирующую систему. Можно использовать съёмные зеркально-линзовые объективы системы Максутова-Кассегрена [3] — отечественные МТО-1000, МС МТО-11, "Рубинар 10/1000", "Астро-Рубинар 100" или импортные Phoenix 500mm f8 mirror, SMC Pentax-M Reflex 2000 mm, Nikkor Mirror 2000 mm, а также телескопы радиационных пирометров устаревших моделей.

Я применил оптическую систему Грегори [3], что позволило при максимальной чувствительности извещателя увеличить радиус чувствительной зоны до 100 м при её центральном угле не более 1°.

Доработанный извещатель может быть использован как устройство электроспуска при фотосъёмке живой природы или как охранный извещатель. Для облегчения оперативной наводки на труднодоступные места он оборудован отключаемым лазерным целеуказателем. В нижней части корпуса извещателя имеется крепёжная втулка с наружной резьбой 1/4"-20 UNC, позволяющая устанавливать его на фотоштатив.

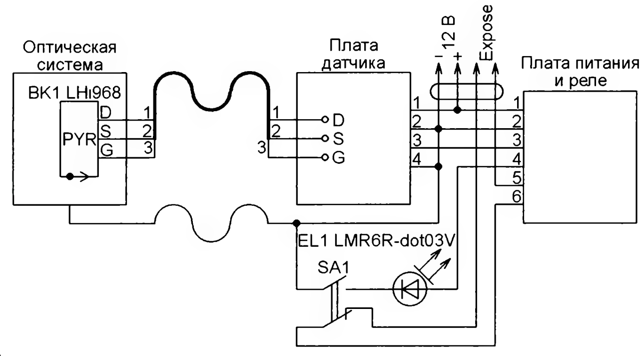


Рис. 1

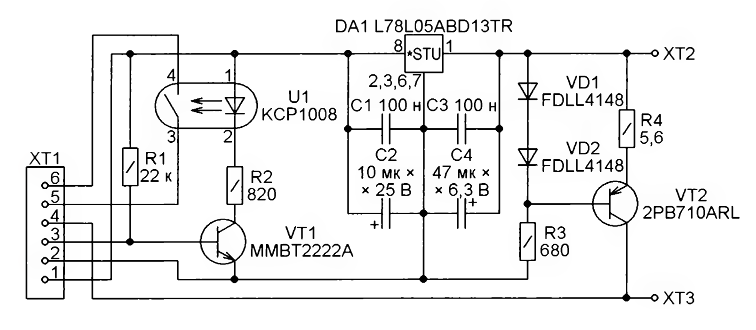


Рис. 2

Основные технические характеристики

Разрешение оптической системы 400:1
Коэффициент усиления оптической системы 1000
Размеры прямоугольного пятна контроля на расстоянии 100 м, м ....2×1,5
Длина волны лазерного излучателя, нм 650
Цвет свечения лазерного излучателя ....красный
Мощность излучения лазерного целеуказателя, мВт, не более 5
Диаметр пятна лазерного целеуказателя на расстоянии 10 (100) м, м, не более 0,07 (0,7)
Напряжение питания (постоянное), В 12
Потребляемая мощность, мВт, не более
без лазерного целеуказателя 180
с лазерным целеуказателем 240
Масса, кг 0,74

Схема доработки электрической части извещателя изображена на **рис. 1**. Пироэлектрический датчик BK1 перенесён с платы датчика извещателя в корпус новой оптической системы. Эта плата соединена с вновь изготовленной платой питания и реле, схема которой показана на **рис. 2**. Здесь расположен линейный стабилизатор напряжения DA1. Его нагрузка — лазерный модуль EL1 (см. рис. 1), ток через который стабилизирован узлом на транзисторе VT2 [4]. Если лазерный модуль оборудован встроенным драйвером, а номинальное напряжение его питания равно 5 В, резисторы R3 и R4, диоды VD1 и VD2 и транзистор VT2 можно не устанавливать, а контрольные точки XT2 и XT3 соединить перемычкой.

Контакты расположенного на плате датчика электромагнитного реле при срабатывании последнего размыкаются. Но для управления фотокамерой по цепи Expose, подключённой параллельно её одноимённой кнопке, необходимо их обратное действие (замыкание). Пришлось добавить в устройство твёрдотельное реле U1 и узел управления им на транзисторе VT1. Ток через излучающий диод реле U1 и транзистор VT1 ограничен резистором R2.

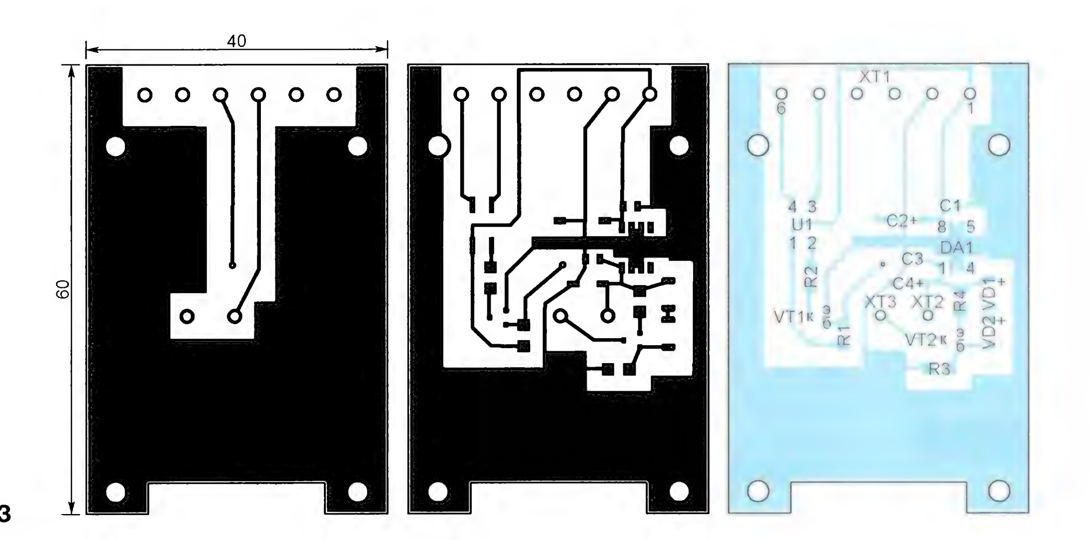


Рис. 3

Размеры печатной платы питания и реле — 40×60 мм. Её чертёж, а также схема размещения элементов изображены на **рис. 3**. На ней установлены оксидные конденсаторы C2, C4 серии B41121 EPCOS, керамические конденсаторы C1, C3 серии X7R AVX, все резисторы — серии CHV1206 (0,25 Вт) BOURNS. Соединитель XT1 составлен из трёх двухконтактных винтовых зажимных колодок KLS2-104-5.00-02P-4S с шагом контактов 5 мм.

Лазерный модуль EL1 включают верхними по схеме контактами движкового переключателя SA1 (DS RWJ-0202K).

Рис. 4



Рис. 5

для подключения общего провода. Место его установки отмечено на рис. 4 символом пайки.

Выключатель 8 установлен в сквозном прямоугольном отверстии в пластине 2 и закреплён двумя винтами М2 29. В нижней части пластины 2 установлена втулка 30, имеющая внутреннюю резьбу 1/4"-20 UNC. В верхней части пластины 2 имеется U-образный паз, в котором установлен лазерный модуль 7, прижатый алюминиевой пластиной 31, служащей для него дополнительным теплоотводом. Во избежание проскальзывания лазерный модуль 7 обёрнут в один слой эластичной теплопроводящей подложкой из материала КПТД-2 толщиной 0,3 мм прямоугольной формы размерами 18×15 мм. Можно использовать также подложку размерами 18×13 мм для корпуса ТО-220. Пластину 31 крепят двумя винтами М3 32 с потайными головками.

Перед монтажом оптической системы необходимо извлечь из корпуса датчика детали тубуса (**рис. 5**) и отпаять пироэлектрический датчик. Выводы последнего необходимо вставить



Рис. 7

При этом его нижними по схеме контактами разрывается цепь Expose фотокамеры, так что во время прицеливания съёмка автоматически выполняться не будет.

Сборочный чертёж новой оптической системы показан на **рис. 4**. Её корпус 1 закреплён на текстолитовой пластине 2 толщиной 15 мм четырьмя шпильками 3 с резьбой М3 и общей длиной 55 мм, гайками 16 и шайбами 17. Пластина 2 имеет отверстие диаметром 8 мм, через которое проходят провода от пироэлектрического датчика 4, провод, соединяющий корпус 1 с общим проводом устройства, а также провода от выключателя 8 (SA1).

Корпус датчика 5 закреплён на пластине 2 четырьмя винтами М3 6. В нижней половине корпуса 5 также имеется отверстие диаметром 8 мм, соосное с отверстием для проводов в пластине 2. Корпус 1 имеет рифлёную внутреннюю поверхность и зачернён для ослабления вредного света второго и высших порядков. Зеркало 9, имеющее диаметр 40 мм и фокусное расстояние 180 мм, установлено в передней части корпуса 1, имеющей три сквозных окна, и закреплено в ней резьбовой втулкой 10 через прокладку 11. Датчик 4, установленный в оголовке 12, прижат резьбовой втулкой 13 через алюминиевую шайбу 14 и опирается на текстолитовую шайбу 15, имеющую три отверстия диаметром 0,5 мм для выводов сенсора.

Оголовок 12 также имеет рифление и чернение наружных поверхностей. В задней части корпуса 1 установлено зеркало 18, имеющее наружный диаметр 80 мм, диаметр отверстия 38 мм и фокусное расстояние 120 мм. Оно прижато втулкой 19 через шайбу 20 и упругую втулку 21. Оголовок 12 прикреплён к втулке 22, установленной в столике 23.

Перпендикулярность чувствительной поверхности пироэлектрического датчика 4 к оптической оси системы обеспечивают тремя установочными винтами 24, расположенными по краям столика 23. После регулировки столик 23 прижимают к внутренней поверхности втулки 19 втулкой 26 через сферическую шайбу 25. Резьбовое соединение втулок 19 и 26 застопорено винтом 27.

Регулировку фокусного расстояния обеспечивает резьбовое соединение втулки 22 со столиком 23. После регулировки его стопорят винтом 28. Втулка 22 имеет облуженный монтажный лепесток, предназначенный

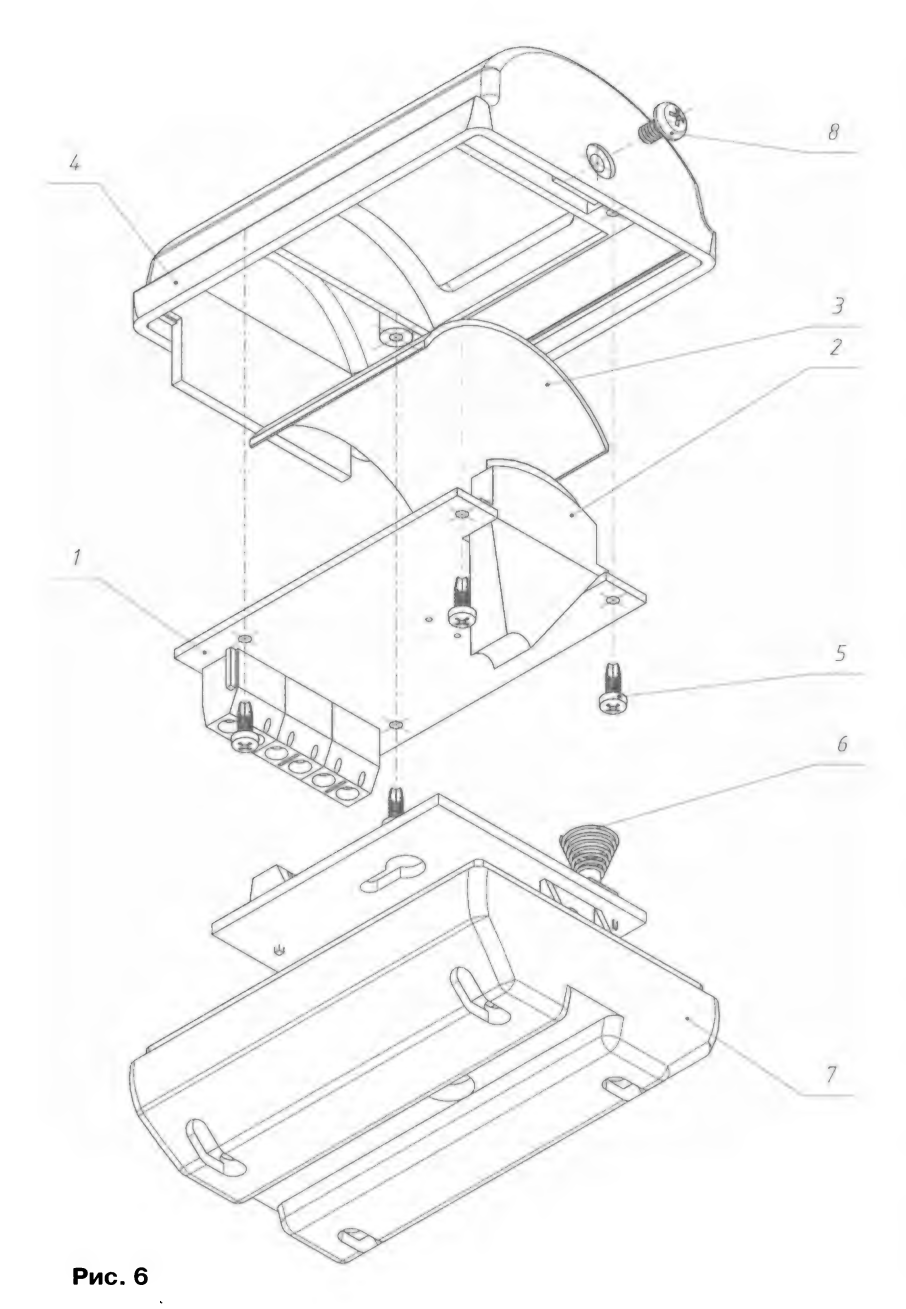


Рис. 6

в отверстия шайбы 15 и соединить их тремя гибкими проводами с соответствующими контактными площадками штатной печатной платы. Вместо части штатного тубуса в форме рамки установите печатную плату питания и реле. Нижнюю часть штатного тубуса устанавливать тоже не нужно.

На **рис. 6** показано расположение этой платы 1. В ней имеется прямоугольный вырез для фиксации штатной линзы 2 сигнального светодиода датчика. Эту плату прикрепите к верхней половине корпуса 4 четырьмя самонарезающими винтами для пластмассы 5. Она удерживает также линзу датчика 3. Крышку 4 прикрепите к нижней половине корпуса 7 винтом 8. На рис. 6 видно также отверстие диаметром 8 мм в кабельном пазе нижней половины корпуса 7.

Вид собранного извещателя, установленного на штативе, показан на **рис. 7**. Здесь также виден кабель КСПВГ 4×0,2 для временной установки. При стационарной установке допускается использовать кабель КСПВ 4×0,5.

Юстировку оптической системы производите с подключёнными к пироэлектрическому датчику 4 и втулке 22 (см. рис. 4) проводами. Но вторые концы этих проводов должны пока оставаться свободными.

Перпендикулярность чувствительной поверхности датчика 4 к оптической оси системы необходимо обеспечить регулировкой установочных винтов 24 при снятой втулке 26 и шайбе 25. После регулировки зафиксируйте винты 24 краской. Затем установите втулку 26 и шайбу 25 без затяжки. Соосность цилиндрической части корпуса пироэлектрического датчика 4 и оптической оси системы обеспечьте перемещением столика 23. После этого затяните втулку 26, зафиксируйте её винтом 27, а винт залейте краской.

Установите чувствительную поверхность датчика 4 в фокус системы вращением втулки 22. Ориентация оптического окна датчика 4 показана на рис. 4 (вид слева). Расположение ключа корпуса датчика при этом безразлично.

Если после фокусировки ориентация окна не совпадает с показанной, измерьте угол между нижней стороной окна датчика и горизонтом, полностью выверните втулку 22 и ослабьте втулку 13. Повернув датчик на необходимый угол, затяните втулку 13, вверните втулку 22 и повторите фокусировку. Втулку 13 зафиксируйте винтом 28, а его — краской.

При фокусировке можно пользоваться любым источником видимого света. Закончив её, можно соединить датчик 4 и втулку 22 с платой датчика и установить систему на шпильки 3. После окончательной сборки отъюстируйте оптическую ось системы относительно оптической оси лазерного излучателя регулировкой гаек 16 в четырёх (по числу шпилек 3) местах.

Для стационарной установки извещателя допустимо использовать настенный кронштейн DH-PFB110W для корпусных видеокамер или аналогичный с максимальной нагрузкой 1 кГ и наружной резьбой крепления 1/4"-20 UNC. Для временной установки можно использовать любой фотоштатив с таким же креплением аппарата. Поскольку извещатель способен работать при температуре от −30 °С до +70 °С, его можно использовать вне помещения, однако необходимо обеспечить защиту от дождя и снега так, как это рекомендуется для фотоаппаратуры.

При наличии на месте установки мощных движущихся или мерцающих боковых источников света рекомендую использовать простейшую бленду, которая защитит оптическую систему и от брызг дождя. Для защиты от пыли можно закрыть окна оптической системы целлофановой плёнкой толщиной не более 0,06 мм без покрытия [3].

Работа прибора проверялась при дальности до объекта 100 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Компактный пассивный инфракрасный извещатель COLT XS. Краткое описание. — URL: **http://www.pyronix.pro/catalog/5/r/ 27/** (16.11.19).

2. Пассивный инфракрасный извещатель PYRONIX COLT QUAD. Инструкция по эксплуатации. — URL: **asstir.ru/userfiles/file/docs/Colt.pdf** (16.11.19).

3. **Джемисон Дж. Э.** и др. Физика и техника инфракрасного излучения. — М.: Советское радио, 1965.

4. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники, т. 1. — М.: Мир, 1986.

Ремонт светодиодного прожектора

А. ЛЕВАШОВ, г. Кизляр, Дагестан

В настоящее время распространены светодиодные прожекторы мощностью 10 Вт (**рис. 1**), которые используются для подсветки витрин, рекламных щитов, фасадов зданий или внутри помещений. После непродолжительной работы один такой прожектор вышел из строя. Проверка показала, что причиной неисправности является драйвер, который залит компаундом и ремонту не подлежит, а сам светодиод оказался исправным (**рис. 2**). Поэтому было решено изготовить самодельное устройство управления, дополненное режимом мигания. Схема этого устройства показана на **рис. 3**. На микросхеме DA1 собран регулируемый стабилизатор тока. С помощью подстроечного резистора R3 установлен ток через светодиод — 900 мА.

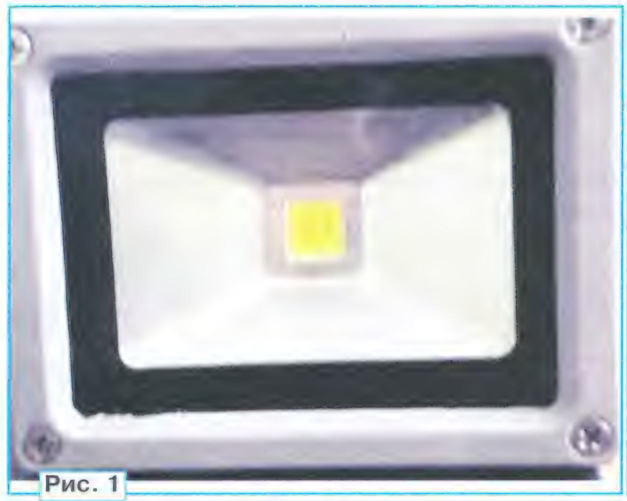


Рис. 1



Рис. 2

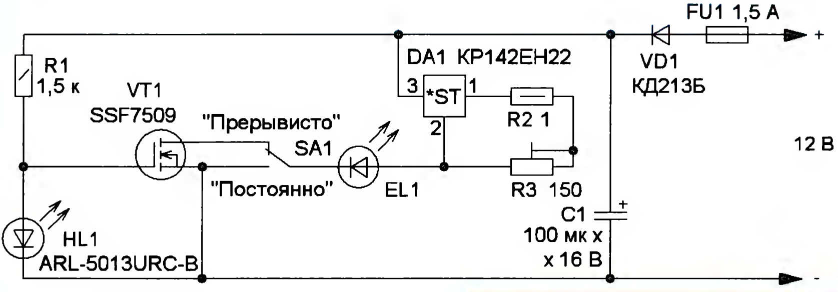


Рис. 3

На мигающем светодиоде HL1 и полевом транзисторе VT1 собран коммутатор осветительного светодиода EL1. Когда светодиод HL1 погашен, бо́льшая часть напряжения питания поступает на затвор полевого транзистора VT1, поэтому он открыт и сопротивление его канала мало. Когда светодиод HL1 вспыхивает, напряжение на нём уменьшается и полевой транзистор закрывается — сопротивление канала будет большим. Переключателем SA1 можно выбрать один из двух режимов работы устройства. Режим "Постоянно" — светодиод светит постоянно. В режиме "Прерывисто" катод подключён к стоку полевого транзистора. Поэтому, когда последний открыт, на светодиод EL1 поступает напряжение питания и прожектор включается. Когда полевой транзистор закрывается, прожектор выключается. В результате прожектор вспыхивает примерно один раз в секунду. Диод VD1 защищает устройство от неправильной

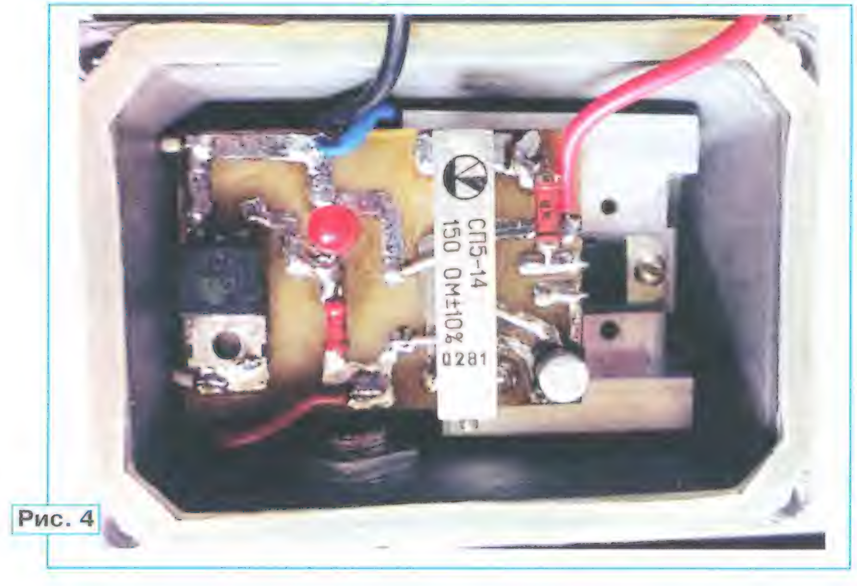


Рис. 4

полярности питающего напряжения, а предохранитель FU1 — источник питания от перегрузки по току. Конденсатор C1 сглаживает пульсации питающего напряжения и подавляет помехи по линии питания.

Конденсатор — любой оксидный ёмкостью 100...220 мкФ, постоянный резистор — МЛТ, С2-23, подстроечный — любой, но если он будет многооборотный, например СП5-14, регулировка яркости будет более плавной. Если заменить подстроечный резистор переменным, можно реализовать режим плавной регулировки яркости прожектора. Мигающий светодиод можно применить любой, но обязательно красного свечения, поскольку у него напряжение во включённом состоянии меньше. Переключатель — любой, рассчитанный на ток не менее 1 А. Микросхему следует установить на теплоотвод площадью около 10 см^2, который надо изолировать от корпуса прожектора. Для транзистора теплоотвод не нужен.

Большинство элементов размещены на печатной плате (**рис. 4**), но можно использовать и макетную плату, применив проводной монтаж. Для питания прожектора желательно применить стабилизированный сетевой блок питания с выходным напряжением 12 В и током 1 А (на один прожектор).



Электронный замок на ключах DS1990A

А. БАШИРОВ, С. БАШИРОВ, г. Москва

В предлагаемой вниманию читателей статье приведены описания замка на ключах-"таблетках" iButton DS1990A и несложного программатора микросхем памяти AT24C01.

Электронные кодовые замки давно вошли в нашу повседневную жизнь. Применение электронных замков вместо обычных механических имеет несомненное преимущество: высокая (практически неограниченная) секретность ключей, возможность изготовления большого числа ключей с уникальным номером, удобство использования, возможность сочетания с другими электронными устройствами защиты и т. д. Относительное неудобство электронных замков — зависимость от источника энергии. Но эта проблема весьма просто решается применением резервных или аварийных источников питания.

При выборе типа электронного замка наиболее естественным и разумным представляется максимально ориентироваться на готовые решения, т. е. на применение серийно выпускаемых изделий. И вполне логичным является выбор электронных ключей-"таблеток" фирмы DALLAS. Эти ключи-идентификаторы выпускаются уже достаточно давно, имеют множество модификаций и исполнений. Внутри каждого ключа находится микросхема с записанным уникальным кодом, который доступен при подключении к считывающему устройству по однопроводному сигнальному кабелю по протоколу 1-WIRE.

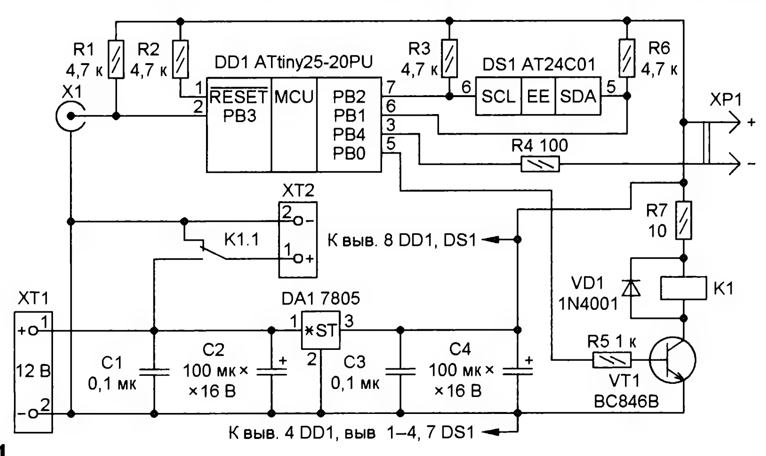


Рис. 1

Ключ не требует никаких внешних источников питания, поскольку питание при считывании кода он получает от считывающего устройства. Применение готовых ключей существенно упростило замок. Схема устройства показана на **рис. 1**. Основа замка — восьмиразрядный микроконтроллер DD1 (ATtiny25), хорошо известный радиолюбителям. В его функции входят считывание кода по интерфейсной линии 1-WIRE, обработка его и выдача команды на открытие замка и на зуммер. Коды ключей замка хранятся во внешней энергонезависимой памяти DS1 (AT24C01), которая подключена к микроконтроллеру по протоколу I^{2}C.

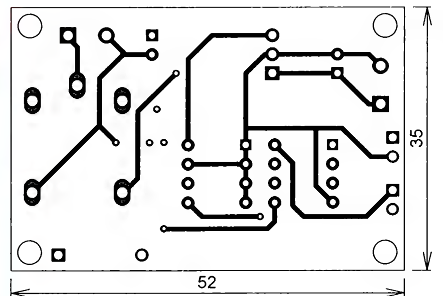
При прикладывании ключа к считывающему устройству, обозначенному на схеме X1, сигнал от микросхемы DS1990A ключа поступает на вход порта PB3. Микроконтроллер запоминает считанный код и сравнивает его с кодами, записанными в микросхему памяти DS1. В случае совпадения считанного с ключа кода с кодом из памяти на выводе порта PB0 появляется высокий уровень, что приводит к открыванию транзистора VT1. На обмотку реле K1 поступает напряжение +5 В, оно срабатывает и контактами K1.1 замыкает цепь питания электромагнита замка, подключённого к разъёму XT2. Замок открывается. Одновременно на выводе порта PB4 появляется низкий уровень. Это приводит к включению зуммера (его подключают к разъёму XP1), который информирует о том, что замок открыт.

Питание замка осуществляется от любого источника питания напряжением 12 В с выходным током не менее 0,5 А. Собственно, потребляемый замком ток определяется оконечным исполнительным устройством (электромагнитом), например, широко распространённые электромеханические замки, как правило, потребляют ток до 300 мА при напряжении 12 В. Необходимое питание для узла управления +5 В формирует стабилизатор DA1 (7805), конденсаторы C1—C4 — фильтрующие.

Замок собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм. Её чертёж показан на **рис. 2**, а расположение элементов — на **рис. 3**. Все детали расположены на

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

одной стороне платы. В замке применены микроконтроллер и микросхема памяти в корпусе DIP-8. Для подключения микросхемы памяти на плате установлена восьмивыводная панель. Стабилизатор DA1 — 7805 или любой аналог с напряжением стабилизации 5 В в корпусе TO-220. Все резисторы — для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Керамические конденсаторы (C1, C3) — также для поверхностного монтажа типоразмера 1206, оксидные конденсаторы (C2, C4) — K50-35 или импортные аналоги. Реле K1 — HJR-3FF-S-Z-05VDC или любое подходящее аналогичное с номинальным напряжением обмотки 5 В.



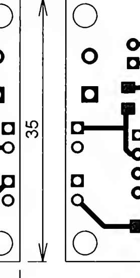


Рис. 2

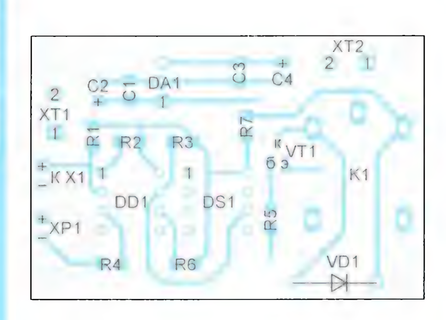


Рис. 3

Вариант собранной платы замка (с другой топологией) с применением выводных деталей показан на **рис. 4**.

Для того чтобы микроконтроллер мог считать коды из микросхемы памяти, необходимо эти коды в неё записать. Для этого пришлось придумать несложный программатор для считывания кодов с ключей DS1990A и записи их в микросхему памяти AT24C01. Схема программатора показана на **рис. 5**.

Основа программатора — микроконтроллер ATmega8, также хорошо известный радиолюбителям. К микроконтроллеру подключены стандартная телефонная клавиатура AK-207 (тастатура) для управления работой программатора, двухстрочный символьный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) для отображения режимов работы и микросхема памяти AT24C01, которую устанавливают в переходную восьмивыводную панель. Для подключения клавиатуры использованы выводы порта PB0—PB6, для подключения ЖКИ — выводы порта PD2—PD7. Для связи микроконтроллера с микросхемой внешней памяти по протоколу I^{2}C задействованы выводы порта PC4 (SDA), PC5 (SCL). Для считывания кода ключа по протоколу 1-WIRE используется вывод порта PC0.

Питание программатора осуществляется любым внешним источником, в том числе нестабилизированным переменного тока, напряжением 8...15 В с выходным током не менее 100 мА. Диодный мост VD1 выпрямляет переменное напряжение, а также позволяет не заботиться о полярности подключения источника постоянного напряжения. Необходимое напряжение +5 В формирует стабилизатор DA1 (7805), конденсаторы C1—C5, C7 — фильтрующие.

Перед подачей питания на программатор необходимо поместить в панель микросхему памяти AT24C01, соблюдая правильность включения (по меткам на панели и микросхеме, они должны совпадать). Также необходимо подключить клавиатуру AK-207 (или аналогичную) к разъёму XP1. Её схема приведена на **рис. 6**. После этого можно подать питание на программатор. После включения при необходимости нужно отрегулировать контрастность изображения на ЖКИ подстроечным резистором R12.

На экране ЖКИ появится сервисное меню. С помощью клавиатуры можно выбрать режимы работы: запись в микросхему памяти кода ключа, удаление из микросхемы памяти кода ключа. После выбора программатор перейдёт в соответствующий режим. При записи кода ключа в микросхему памяти программа предложит поднести ключ к считывающему устройству, которое подключают к разъёму XP3, нажав на соответствующую клавишу на клавиатуре. При этом на верхней строке индикатора отобразится код в шестнадцатеричной форме. Всего в микросхему памяти можно занести до семи ключей.

Удаление кодов ключа из микросхемы памяти происходит так. При выборе соответствующего режима программа предложит выбрать ключ, который необходимо удалить. Выбрав ключ, нажимают соответствующую клавишу. Код выбранного ключа удаляется из микросхемы памяти.

Каждая запись в EEPROM проверяется: ключ считывается по два раза до тех пор, пока не совпадут все значения за два раза.

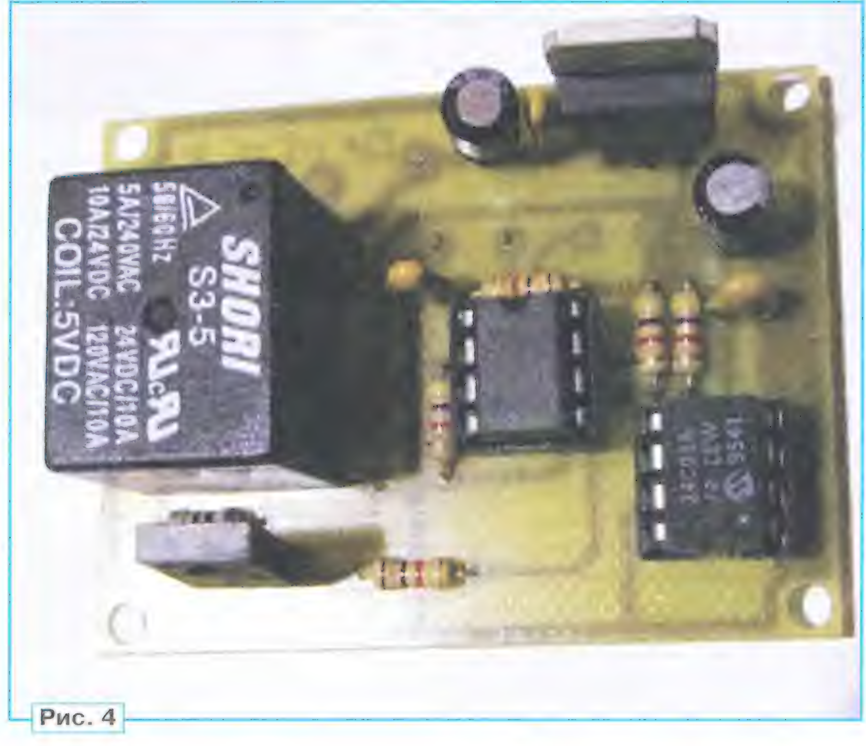


Рис. 4

Наличие микросхемы памяти и её исправность, а также наличие в ней кодов ключей проверяется по адресам 00—07. По адресу 00 должно быть записано значение AA, с адреса 01 по 07 должны быть записаны или 01, или 00. Значение 00 означает, что код ключа не записан, 01 — код ключа записан. Если значения по этим адресам не соответствуют указанным выше, микросхема памяти подготавливается для работы,

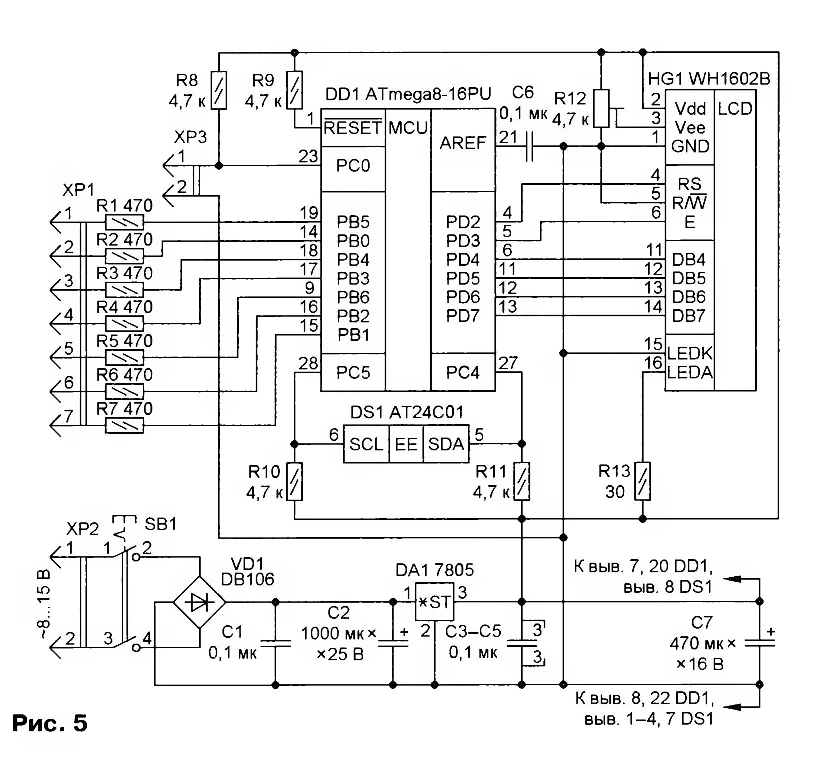


Рис. 5

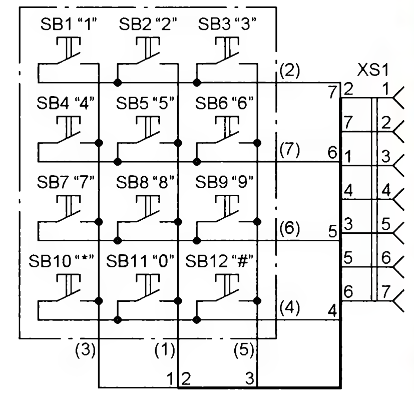
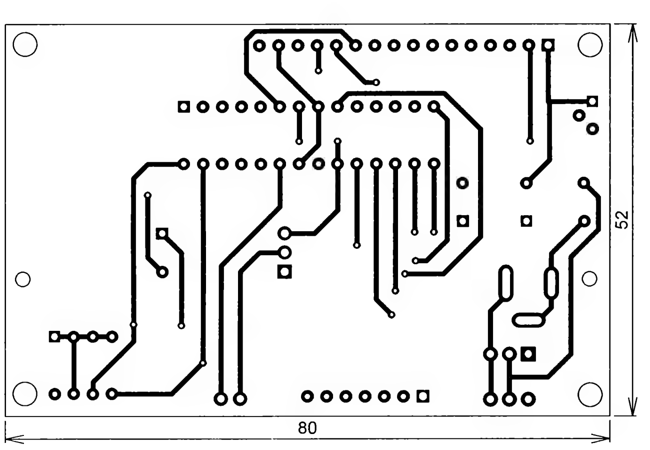


Рис. 6



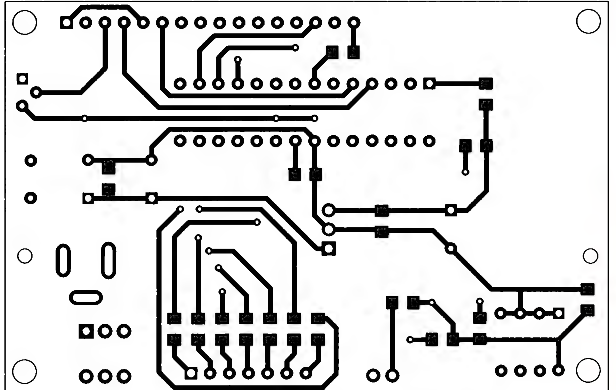


Рис. 7

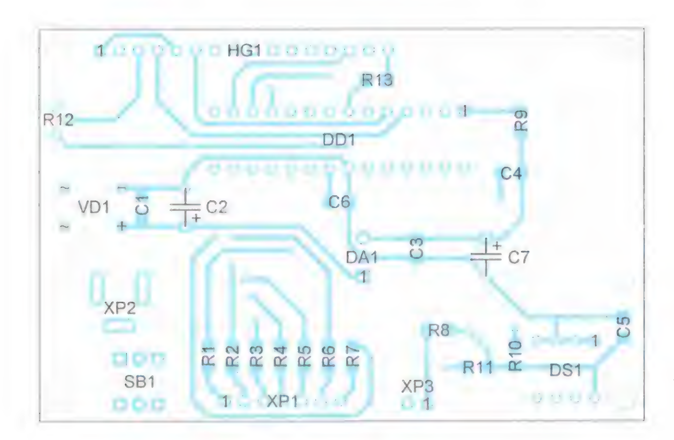


Рис. 8

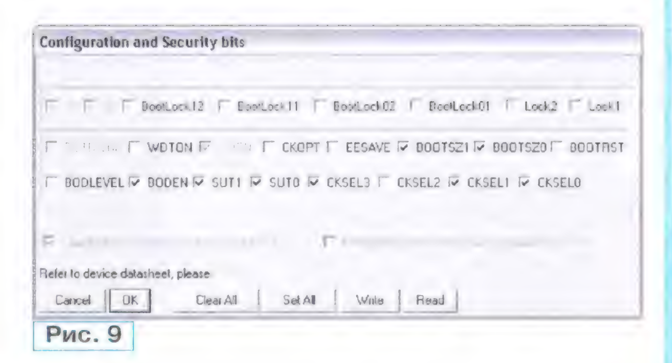


Рис. 9

происходит форматирование её содержимого. Например, если по адресу 02 записано значение 01, то с адреса 8*02=16 находится восьмибайтный код ключа с условным номером 2.

При удалении ключа по соответствующему адресу записывается значение 00 и, кроме того, для конфиденциальности на место кода ключа записываются значения FF.

Нажатия на кнопки клавиатуры означают следующее: 1 — добавить ключ, 2 — удалить ключ, # — отмена всех действий, * — подтверждение записи или удаления, 4 (<-, влево), 6 (->, вправо) — перебор ключей в режиме удаления.

После записи кодов ключей программатор необходимо выключить (во избежание повреждения микросхемы памяти), вынуть микросхему из пане-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

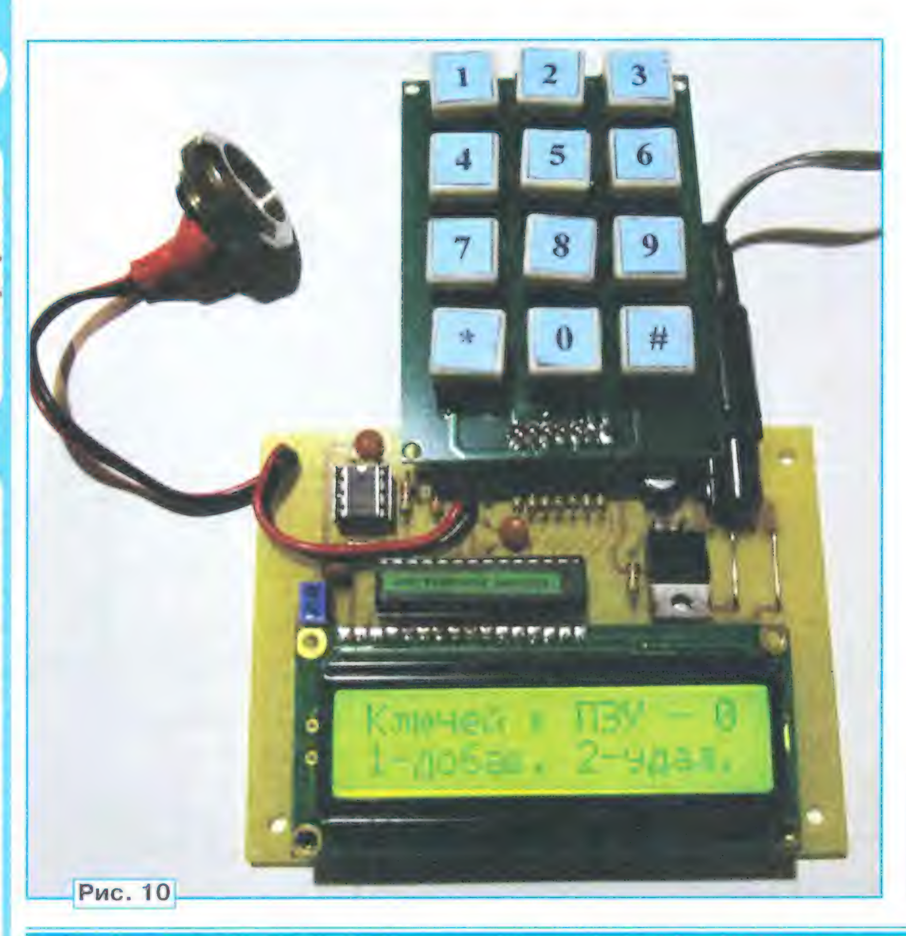


Рис. 10

ли программатора и вставить её в панель платы электронного замка. Электронный замок готов к работе.

Программатор собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм. Её чертёж приведён на **рис. 7**, а расположение элементов — на **рис. 8**. В программаторе применён микроконтроллер в корпусе DIP-28, стабилизатор DA1 — 7805 или аналог с напряжением стабилизации 5 В в корпусе TO-220. Все резисторы (кроме R12), как и в замке, — для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Подстроечный резистор R12 — 3362 или аналогичный. Керамические конденсаторы — для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные аналоги. Конфигурация микроконтроллера должна быть запрограммирована в соответствии с **рис. 9**.

Вариант собранной платы программатора с применением выводных деталей показан на **рис. 10**.

Замок применялся для запирания межкомнатных дверей в помещениях и показал высокую надёжность. При использовании соответствующих защищённых считывающих устройств и незначительной доработки замок вполне можно использовать и для входных дверей.

От редакции. *Файлы прошивки микроконтроллеров замка (файл I_B_RELEY.HEX) и программатора (файл I_B.HEX) находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/01/lock-prog.zip*** *на нашем сервере.*

Таймеры для электрического утюга

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Всем известна ситуация, когда после ухода из дома появляются мучительные сомнения: "А не забыл ли я выключить утюг?". Чтобы сомнений не возникало, можно электрический утюг оснастить таймером (если такого устройства в утюге нет), который через определённый промежуток времени отключит нагрузку. Автор предлагает два варианта подобного устройства — электромеханический и полностью электронный.

Все современные утюги оснащены терморегулятором, и если он останется включённым в сеть без надзора, это не обязательно приведёт к возгоранию. Однако следует иметь в виду, что оставленный без надзора утюг — частая причина пожаров. Следует отметить, что современные модели утюгов имеют функцию самоотключения, и через некоторое время, если им не пользоваться, режим нагрева выключится автоматически.

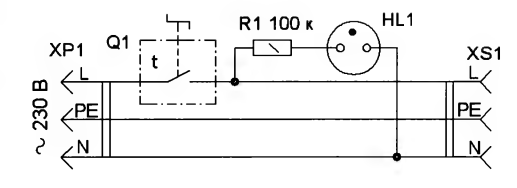


Рис. 1

Уменьшить вероятность возникновения неприятной ситуации с обычным утюгом помогут таймеры. Начиная гладить, можно "на всякий случай" ограничить продолжительность процесса, установив на таймере соответствующий временной интервал. Конечно, приобрести готовый таймер, механический или электронный, не является большой проблемой. Но не все они подойдут для утюга, например, некоторые механические таймеры имеют минимальный шаг установки времени 15 мин, что, конечно, неудобно.

Далее приводится описание самодельных таймеров. Один из них — механический, а второй — электронный. Если имеется исправный механический таймер от неисправного бытового электрического прибора, например, от СВЧ-печи, пароварки и т. д., вполне целесообразно изготовить таймер самостоятельно. В качестве корпуса можно применить сдвоенную розетку или удлинитель на две розетки, а взамен одной из них установить такой таймер. В моём распоряжении оказался механический таймер на 60 мин от пароварки.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Кроме собственно таймера Q1, в качестве индикатора сетевого напряжения от той же пароварки применена неоновая лампа HL1 с резистором R1. В качестве корпуса и розетки XS1 применена накладная сдвоенная евророзетка (для наруж-

ной установки). Одна из розеток удалена, и взамен неё установлен механический таймер (**рис. 2**), который можно закрепить термоклеем или эпоксидным клеем. В устройстве можно обойтись и без индикатора на неоновой лампе, поскольку во время работы применённый механический таймер "тикает", а по истечении установленной выдержки издаёт звуковой сигнал типа "гонг". Вилка XP1 соединена с розеткой трёхпроводным сетевым кабелем.



Рис. 2

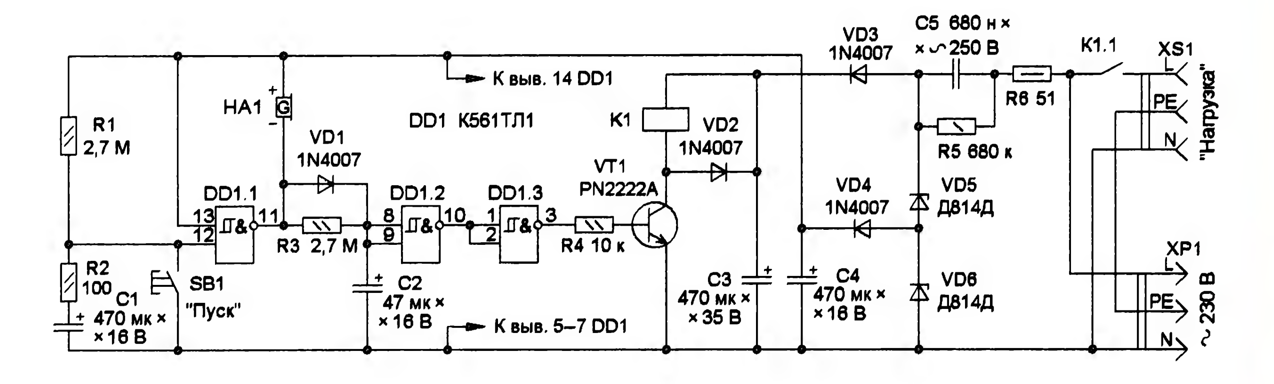


Рис. 3

Схема электронного таймера показана на **рис. 3**. Элементы DD1.1 и DD1.2 работают как компараторы напряжения, элемент DD1.3 — инвертор. Транзистор VT1 управляет питанием реле K1, которое своими контактами K1.1 подаёт сетевое напряжение на нагрузку, диод VD2 защищает транзистор от выброса напряжения при обесточивании реле. Звукоизлучатель HA1 со встроенным генератором служит для подачи звукового сигнала.

После подключения к сети напряжение питания поступает на реле и микросхему. Конденсатор C1 разряжен, поэтому на выходе элемента DD1.1 будет высокий логический уровень. Конденсатор C2 быстро заряжается через акустический излучатель HA1, выход элемента DD1.1 и диод VD1, при этом звучит короткий звуковой сигнал. На выходе элемента DD1.2 устанавливается низкий уровень, на выходе элемента DD1.3 — высокий, поэтому транзистор VT1 открыт, на реле K1 поступает питающее напряжение, и оно своими контактами K1.1 подключает к сети нагрузку. Начинается зарядка конденсатора C1 через резисторы R1 и R2. Когда напряжение на нижнем по схеме входе элемента DD1.1 достигнет высокого уровня, этот элемент переключится, на его выходе появится низкий уровень и зазвучит звуковой сигнал, свидетельствующий о завершении цикла работы. Переключение логических элементов происходит скачком вследствие гистерезиса в их передаточных характеристиках.

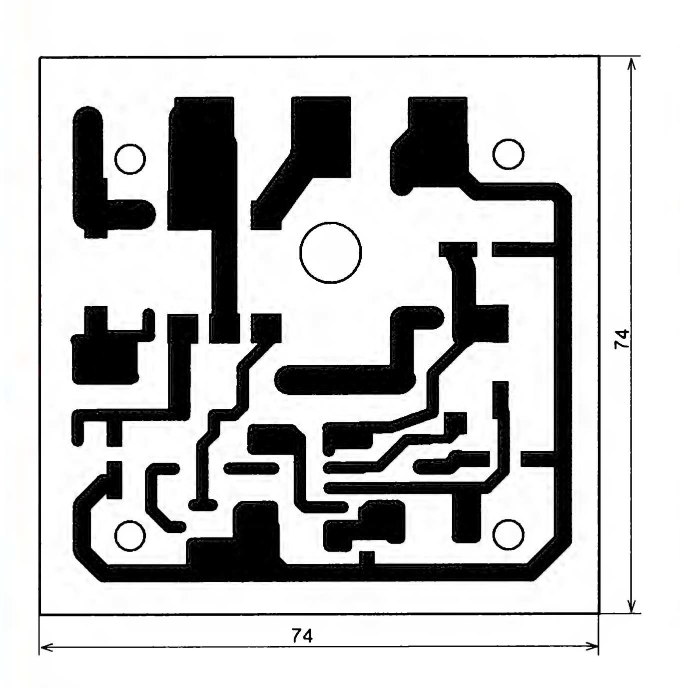
Одновременно начинается разрядка конденсатора C2 через резистор R3 и выход элемента DD1.1, что обеспечивает задержку отключения нагрузки от сети. Когда конденсатор C2 разрядится, элементы DD1.2 и DD1.3 переключатся, транзистор VT1 закроется. Реле будет обесточено, и нагрузка отключена. Звуковой сигнал при этом продолжит звучать. Если сразу после появления звукового сигнала нажать на кнопку SB1, конденсатор C1 быстро разрядится через резистор R2, устройство вернётся в исходное состояние и цикл отсчёта времени начнётся заново. Нагрузка от сети отключена не будет.

Продолжительность цикла зависит от времени зарядки конденсатора C1, и для указанных на схеме номиналов элементов оно приблизительно равно 15 мин. Время задержки отключения нагрузки после появления звукового сигнала определяется временем разрядки конденсатора C2, и в данном случае оно будет примерно в десять раз меньше.

Питается устройство от узла — параметрического стабилизатора напряжения на балластном конденсаторе C5, стабилитронах VD5, VD6, выпрямителях на диодах VD3, VD4 и сглаживающих конденсаторах C3 и C4. Резистор R6 ограничивает бросок тока при подключении устройства к сети. Резистор R5 обеспечивает быструю разрядку конденсатора C5 при отключении устройства от сети.

Для повышения экономичности применено реле с номинальным напряжением 24 В, поэтому стабилизатор имеет два выходных напряжения — 24 В и 12 В. Первым напряжением запитано реле, вторым питается микросхема. При отрицательной полуволне сетевого напряжения (относительно контакта N вилки XP1) конденсатор C5 заряжается через резистор R6 и открытые в прямом направлении стабилитроны VD5, VD6. При положительной полуволне конденсатор C5 перезаряжается и отдаёт энергию через диоды VD3 и VD4 конденсаторам C3 и C4 соответственно. При этом стабилитроны ограничивают напряжение, поэтому напряжение на конденсаторах C3 и C4 окажется относительно стабильным.

Все элементы можно разместить на печатной плате из фольгированного с



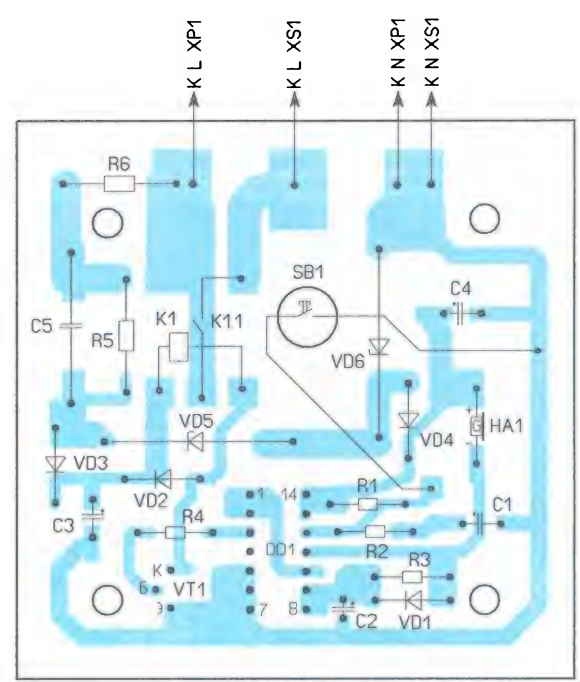
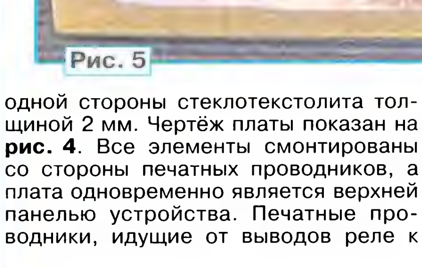


Рис. 4



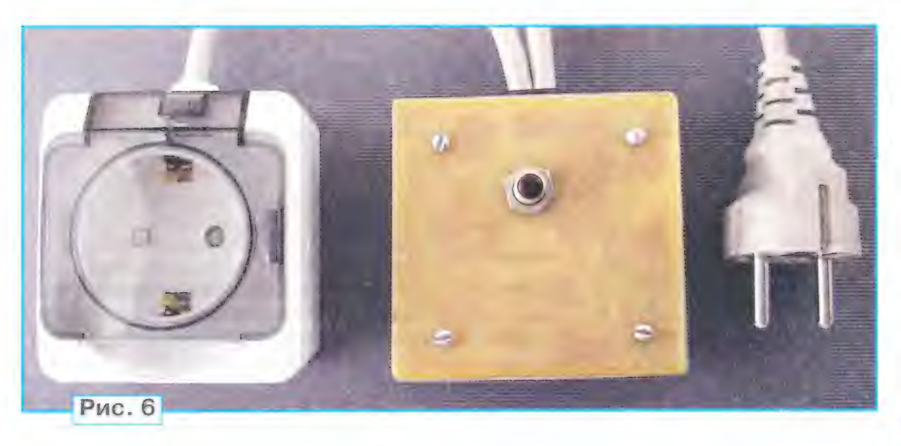
Рис. 5



одной стороны стеклотекстолита толщиной 2 мм. Чертёж платы показан на **рис. 4**. Все элементы смонтированы со стороны печатных проводников, а плата одновременно является верхней панелью устройства. Печатные проводники, идущие от выводов реле к вилке XP1 и гнезду XS1, следует обязательно "усилить" медными лужёными проводами диаметром не менее 1 мм. После проверки и налаживания печатные проводники и места паек следует покрыть влагостойким лаком или краской.

В устройстве применены резисторы МЛТ, С2-23 или импортные, мощность резистора R6 должна быть 1...2 Вт, конденсаторы — импортные, С5 должен быть рассчитан на работу на переменном напряжении не менее 250 В. Диоды можно применить любые маломощные выпрямительные или импульсные, например, 1N4148, КД510А. Стабилитроны — обычные на номинальное напряжение 11...13 В, двуханодные стабилитроны применять нежелательно. Микросхему К561ТЛ1, в принципе, можно заменить микросхемой К561ЛА7, но в этом случае переключение логических элементов будет происходить существенно медленнее и возрастёт сквозной ток через них. Акустический сигнализатор — HPM14AX или другой пьезоэлектрический со встроенным генератором и напряжением питания 12...15 В. Кнопка — КМ1-1 или аналогичная. Реле — BS-115C (напряжение катушки — 24 В), но можно применить любое с таким же напряжением и контактами, рассчитанными для работы в сети 230 В и на соответствующий ток. Но при этом, возможно, придётся изменить топологию печатной платы. XP1 — евровилка с сетевым кабелем, XS1 — евророзетка, они должны быть рассчитаны на соответствующий ток. Внешний вид собранной платы показан на **рис. 5**, а устройства — на **рис. 6**.

Налаживание сводится к установке желаемого времени задержки подборкой резистора R1 или конденсатора C1. С увеличением сопротивления и ёмкости длительность задержки увеличивается. Однако увеличивать сопротивление резистора R1 более 5 МОм нежелательно из-за влияния токов утечки по поверхности платы.


Рис. 6

Резистор R1 можно заменить переменным (СП-1, СПО, СП4-1) и снабдить его движок шкалой, проградуированной в единицах времени. При этом ручка должна быть обязательно из изоляционного материала. Последовательно с переменным резистором надо обязательно включить постоянный резистор сопротивлением несколько десятков килоом, в противном случае при нажатии на кнопку SB1 линия питания микросхемы может оказаться замкнута.

Если при срабатывании реле напряжение на конденсаторе C4 существенно уменьшается, значит, ёмкости конденсатора C5 недостаточно для нормального питания устройства. Следует установить конденсатор с большей ёмкостью или подключить параллельно ему дополнительный, ёмкостью 0,1...0,22 мкФ на номинальное напряжение (переменное) 250...275 В.

__От редакции__. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2020/01/timer.zip__ на нашем FTP-сервере.

Модернизация "умного дома"

М. АНТОНОВ, с. Абатское Тюменской обл.

В продолжение темы, начатой в статье "Любительская" система управления "умным домом" ("Радио", 2016, № 6, с. 31—35; № 7, с. 33—37), её автор рассказывает о дальнейшей модернизации и развитии системы. В частности, рассмотрены устройство гальванической развязки нескольких системных шин, практический вариант малогабаритной модульной конструкции "умного выключателя", возможность использования в качестве панели управления "умным домом" устройства на базе ОС Android. Из той же статьи взяты условные обозначения устройств системы.

О применении нескольких гальванически развязанных системных шин

Часть устройств в составе системы "умный дом" обычно работает за пределами жилого дома — в теплице, в гараже и других местах, где не трудно повредить проложенный кабель. Но любая авария на системной шине (замыкание, обрыв, высоковольтные помехи во время грозы) может привести к отказу всей системы. Поэтому решено было разделить единую системную шину на две — "домашнюю" и "уличную" с независимыми источниками питания. Описание конструкции и схемы питания шины можно найти в предыдущей статье.

Устройство гальванической развязки, схема которого изображена на **рис. 1**, включают в разрывы витых пар проводов системной шины, в том месте,

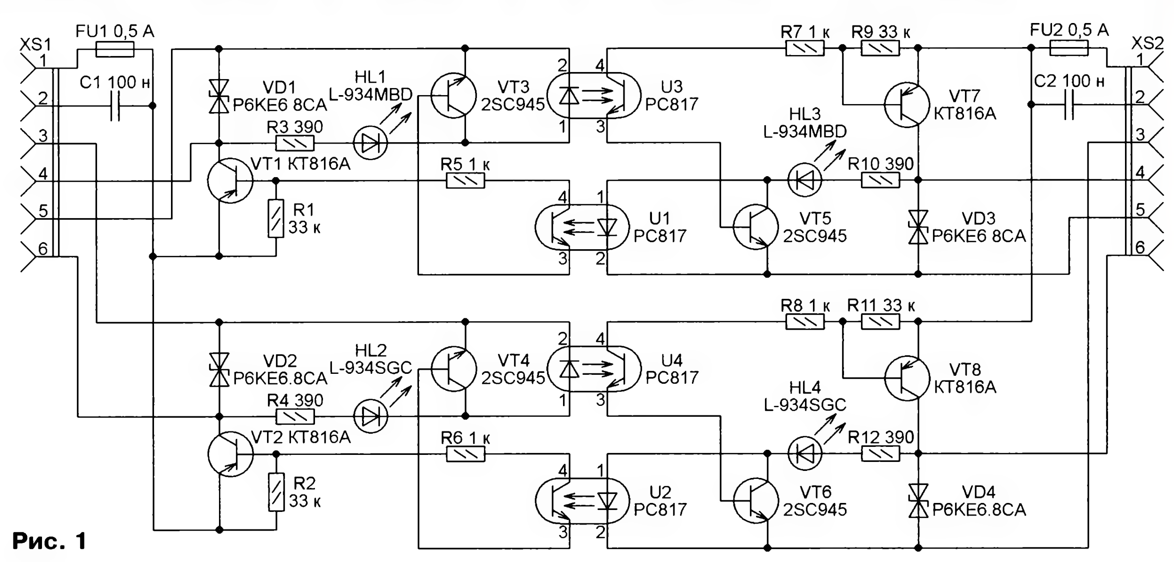
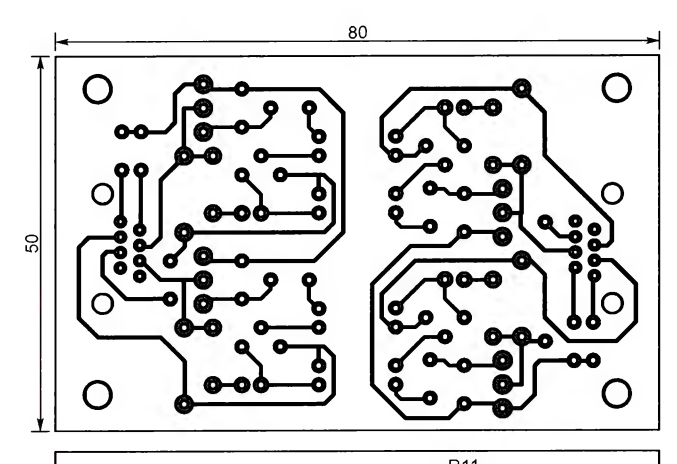


Рис. 1



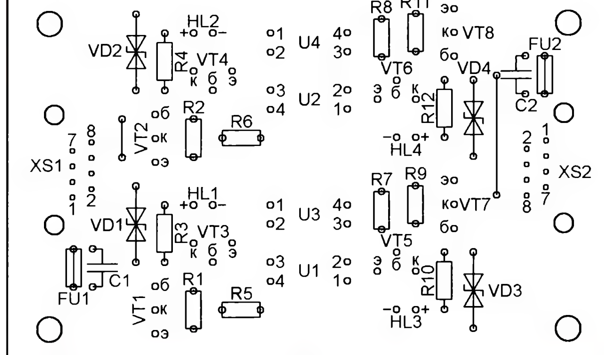


Рис. 2

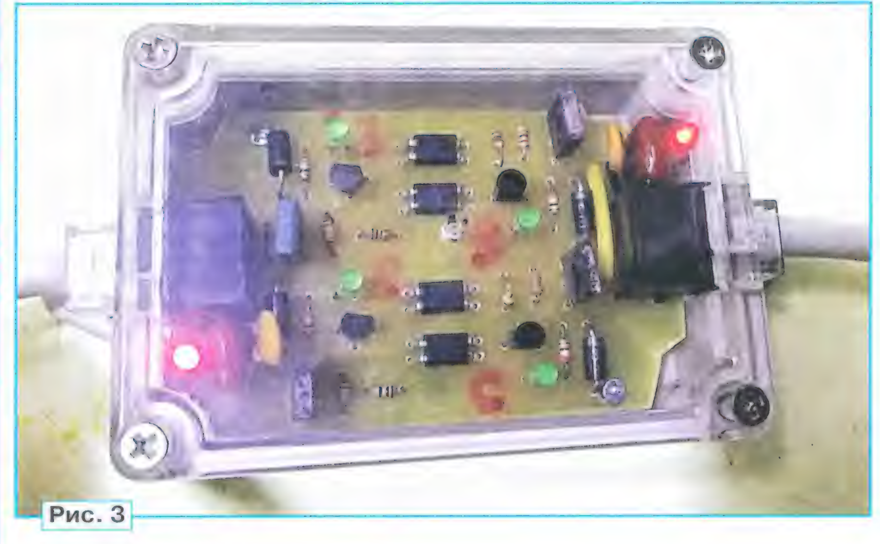


Рис. 3

где её нужно разделить на две шины. Транзисторы VT3—VT6 предотвращают "триггерный" эффект.

Чертёж печатной платы этого устройства и расположения деталей на ней показаны на **рис. 2**. Вместо устаревших транзисторов КТ816А можно попробовать применить S8550 и их аналоги. Фотоснимок собранного устройства изображён на **рис. 3**.

О конструкции электронного выключателя

Электронный выключатель, предназначенный для работы в рассматриваемой системе "умный дом", состоит из корпуса, печатной платы (или нескольких плат), где установлены микроконтроллер с интерфейсом системной шины, наборы датчиков, кнопок и силовая часть, управляющая светильниками. Ниже рассмотрены возможные доступные любителю варианты изготовления такого выключателя на базе устройства UD.

Первый вариант — использовать в качестве кнопок и корпуса электронного выключателя стандартный сетевой выключатель. Преимущества такого решения — отличный внешний вид, совместимость со стандартными монтажными коробками. Недостатки — собственно выключатель занимает, как правило, не менее половины объёма коробки. Разместить там плату с микроконтроллером и силовой частью непросто. Значит, для неё потребуется дополнительная монтажная коробка. Кроме того, в качестве органов управления "умным выключателем" больше подходят кнопки без фиксации, а не имеющиеся в стандартном выключателе клавиши. Положение последних не всегда будет соответствовать реальному состоянию светильников. Сложно будет установить и датчики, поскольку вся передняя панель выключателя занята клавишами.

Второй вариант — применить подходящий по размерам корпус. Преимущества — на нём можно установить большое число кнопок и датчиков. Недостатки — корпус нужно изготавливать или подбирать, как-то крепить его в монтажной коробке или на стене (если он большой и тяжёлый). Крепление должно быть быстросъёмным, иначе трудно будет демонтировать устройство для ремонта или модернизации. В то же время по соображениям безопасности высоковольтная часть устройства должна быть труднодоступной.

Третий вариант — создать малогабаритное устройство со стандартным креплением в монтажной коробке, не выходящее за размеры обычного выключателя. Его можно установить в едином блоке, например, с розеткой. Рамка блока заменит боковые стенки корпуса. Изготовить придётся только его плоскую лицевую панель, что в любительских условиях вполне приемлемо. Низковольтная и высоковольтная части устройства должны быть разделены, причём последняя должна находиться внутри монтажной коробки. Преимущества — установка платы с микроконтроллером в съёмной части устройства обеспечит быстрое восстановление работоспособности электронного выключателя. При поломке можно легко и быстро установить новый модуль взамен неисправного.

Для реализации был выбран третий вариант. Схема его высоковольтной платы изображена на **рис. 4**. На ней собраны на симисторах VS1 и VS2 два коммутатора подаваемого на светильники 1 и 2 сетевого напряжения. Цепи управления симисторами гальванически развязаны от сети с помощью оптронов U1 и U2. Светодиоды HL1 и HL2 — индикаторы подачи управляющих сигналов на симисторы.

Сетевое напряжение поступает на монтажную колодку XT1, к ней же присоединяют и светильники. К разъёму XP1 подключают системную шину. Разъёмы XS1 и XS2 служат для соединения высоковольтной платы с низковольтной.

Чертёж печатных проводников высоковольтной платы и схема размещения деталей на ней показаны на **рис. 5**. Вид собранной платы снизу показан на **рис. 6**, а вид сверху — на **рис. 7**. Её крепят к металлической пластине с

положения на ней деталей в масштабе 2:1 — на **рис. 10**. Внешний вид одного из вариантов этой платы показан на **рис. 11**, а электронный выключатель в сборе — на **рис. 12**.

Обычно место в комнате, где находится выключатель освещения, удобно и для размещения панели управления "умным домом" (графического терминала ГТ), построенной на базе планшета или смартфона. Если выключатель объединён с розеткой, есть откуда взять питание ГТ. Остаётся только подвести к нему системную шину и научить ГТ управлять исполнительными устройствами. Модульность конструкции "умного выключателя" позволяет использовать в качестве его микроконтроллерной части как устройство UD, так и ГТ.

На случай необходимости ремонта или модернизации микроконтроллерной платы в качестве её временной замены была изготовлена так называемая аварийная плата, принципиальная схема которой показана на **рис. 13**. С помощью установленных на ней выключателей SA1 и SA2 можно управлять симисторными коммутаторами высоковольтной платы, а следовательно, и светильниками. Микроконтроллерная и аварийная платы (чертёж последней показан на **рис. 14**) сделаны взаимозаменяемыми и крепятся на разъёмах.

Для управления светильниками достаточно, чтобы исправной была высоковольтная плата, а по системной шине поступало напряжение питания 5 В. Это позволяет легко восстановить работоспособность выключателя на время

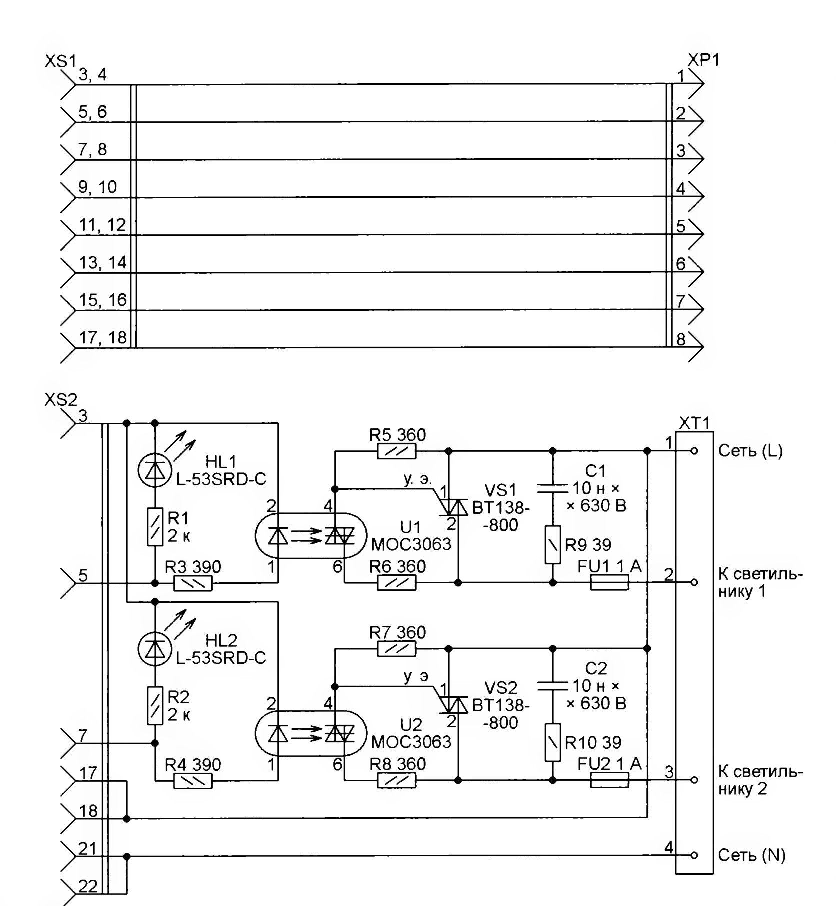


Рис. 4

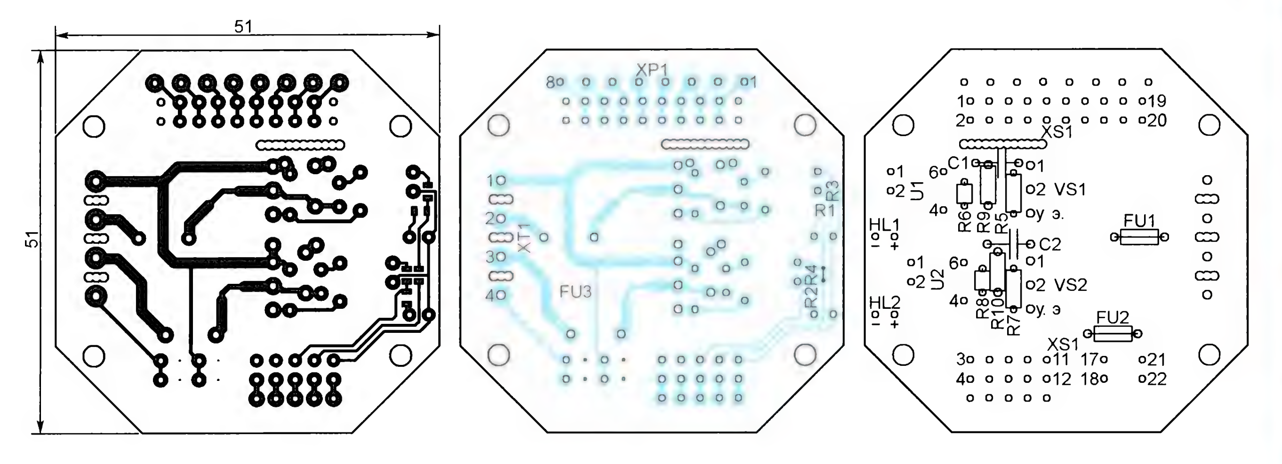


Рис. 5

помощью стоек высотой 10 мм с внутренней резьбой М3. В пластине нужно просверлить отверстия для её крепления к монтажной коробке, а также для крепления к ней корпуса наружной части.

Принципиальная схема низковольтной (микроконтроллерной) платы изображена на **рис. 8**. Кроме микроконтроллера DD1 ATmega32A-AU и необходимых для его работы деталей, на ней находятся разъём системной шины XP1, разъём программирования XS1 и разъём для связи с высоковольтной платой XP2. Имеются также узлы гальванической развязки микроконтроллера от системной шины (оптроны U1—U4, транзисторы VT1, VT2), кнопки управления SB1 и SB2, индикаторный двухцветный светодиод HL1. Кроме того, на плате установлены приёмник ИК-сигналов дистанционного управления B1 TSOP2136 и пироэлектрический датчик движения B2 SR602. Чертёж микроконтроллерной платы в масштабе 1:1 показан на **рис. 9**, а схема расположения

ремонта других узлов системы. Внешний вид "аварийной" платы показан на **рис. 15**.

Во всех платах применены компоненты для поверхностного монтажа различных типоразмеров. Это продиктовано желанием обойтись односторонней печатью, как наиболее простой в изготовлении. Там, где необходимо провести между контактными площадками несколько печатных проводников, применены детали более крупных типоразмеров.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

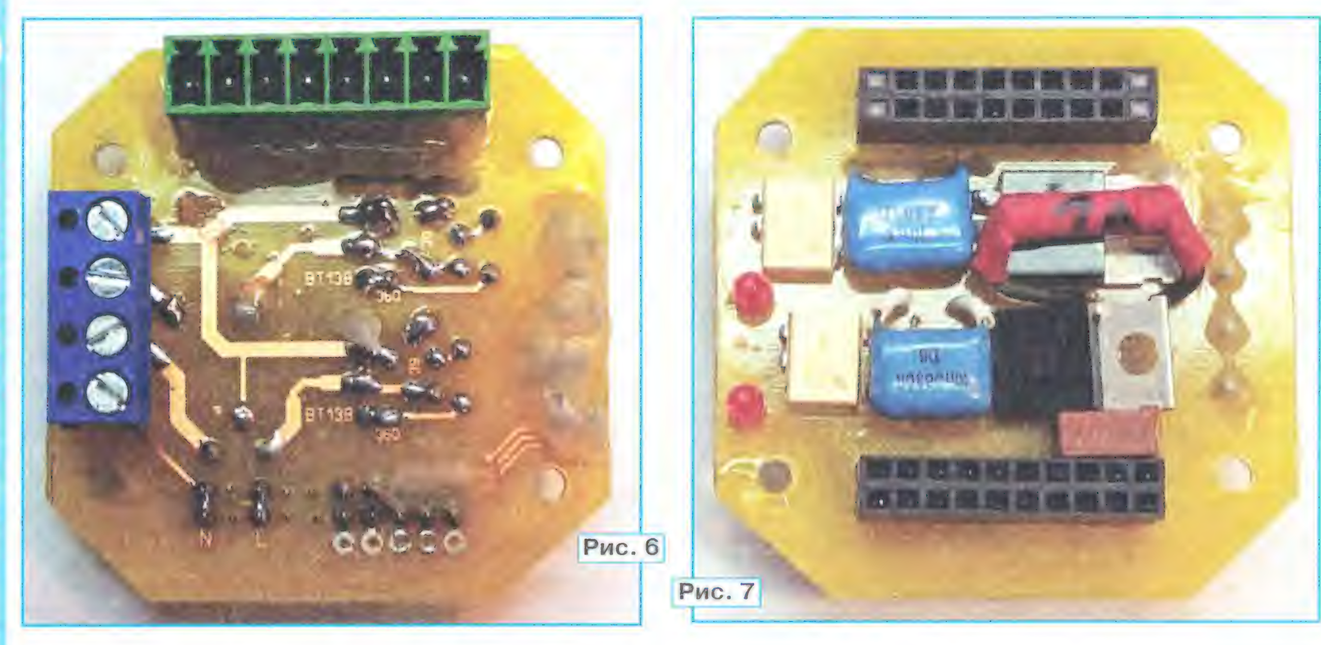
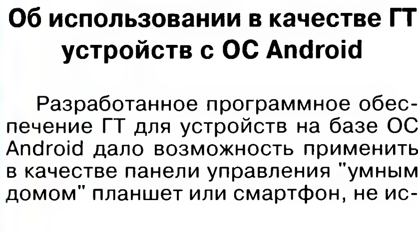


Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8



Об использовании в качестве ГТ устройств с ОС Android

Разработанное программное обеспечение ГТ для устройств на базе ОС Android дало возможность применить в качестве панели управления "умным домом" планшет или смартфон, не используемые по своему прямому назначению, в том числе устаревшие или частично неисправные. Возможности Android-приложения для ГТ в основном такие же, как и программы IHSC, опубликованной в первой статье, за исключением создания конфигурации устройств UD и загрузки в них скриптов.

Планшет подключают к системной шине через адаптер USB, описанный в первой статье. Нужно лишь запрограммировать микроконтроллер адаптера новой версией программы. Конфигурация микроконтроллера отличается от прежней только тем, что разряд BODLEVEL оставлен незапрограммированным.

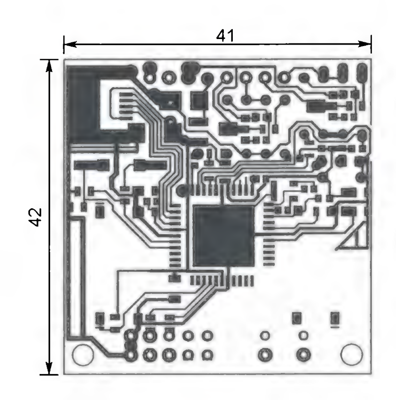


Рис. 9

Новая программа позволяет адаптеру не только передавать сообщения между ГТ и системной шиной, но и управлять десятью исполнительными устройствами. Это позволяет не создавать "лишнее" устройство UD, если ГТ расположен на месте выключателя. Кроме того, можно использовать до четырёх контактных датчиков (кнопок).

Планшет или телефон (обязательно

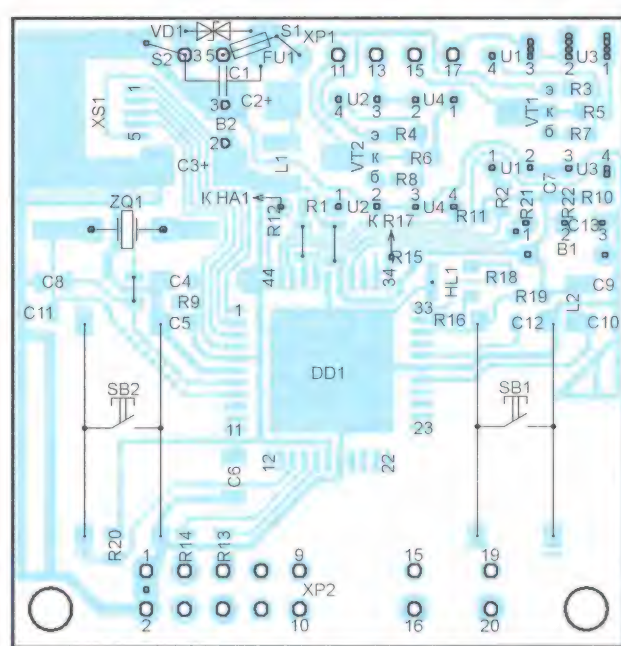


Рис. 10

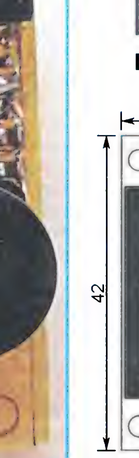




Рис. 11

Рис. 12

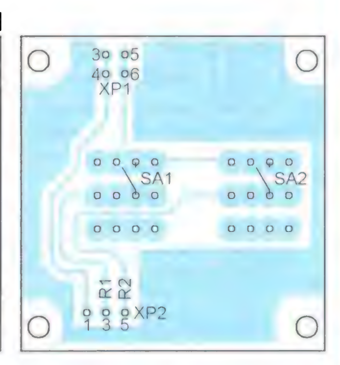


Рис. 14

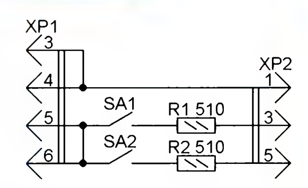


Рис. 13

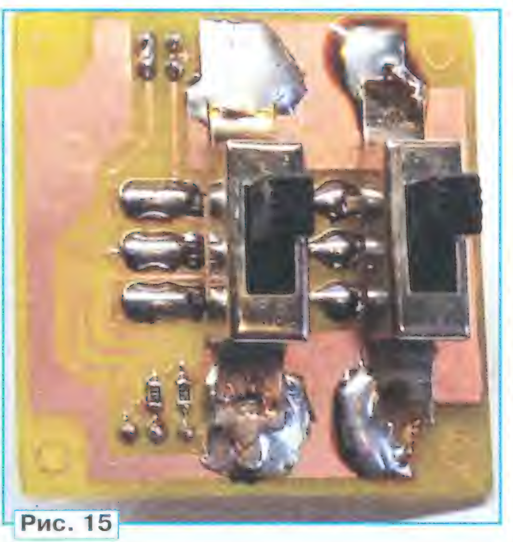


Рис. 15

с поддержкой USB OTG) нужно разместить в одном корпусе с миниатюрным блоком питания и адаптером USB. Печатная плата адаптера должна быть совместима по разъёмам с высоковольтной платой электронного выключателя, описанного выше. Это позволит переносить ГТ в любую комнату, устанавливая его на место электронного выключателя. Толщина ГТ, закреплённого на стене, в основном зависит от толщины блока питания планшета. Слишком толстый блок можно разместить в дополнительной монтажной коробке. Для пожаробезопасности нужно убедиться, что аккумулятор планшета исправен, так как предполагается, что ГТ будет включён круглосуточно, или использовать планшет вообще без аккумулятора, изыскав другие возможности бесперебойного питания.

(Окончание следует)

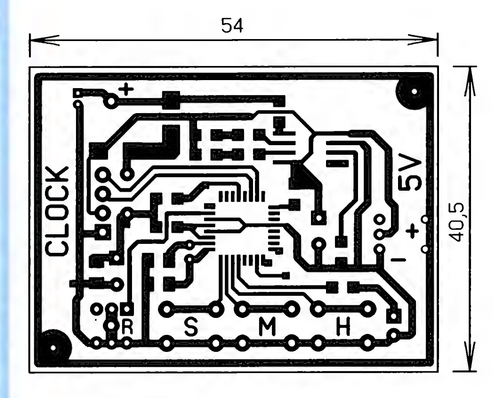
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

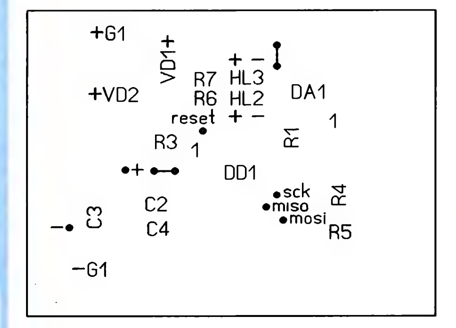
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

СВЕЧИХИН С. Простые точные часы. — Радио, 2019, № 10, с. 38, 39.

Печатная плата.

Чертежи печатной платы и расположения элементов, кроме цепи индикации питания — резистора R2 и светодиода HL1, с учётом исправления указанной в "Радио" (2019, № 12, с. 48) ошибки в номере вывода порта PC1 микроконтроллера DD1, приведены на **рис. 1.** Плата разработана нашим читателем **Ф. Ахматовым**, г. Львов, Украина.





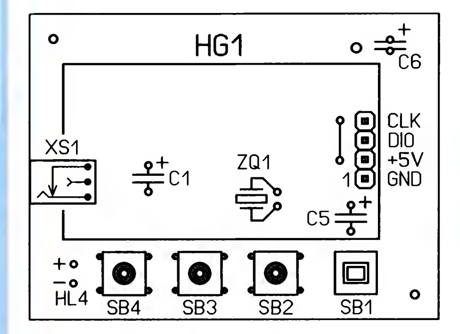


Рис. 1

Применены следующие выводные элементы: оксидные конденсаторы, например, импортные аналоги К50-35 серии mini; светодиоды HL1, HL4 — любые маломощные; часовой кварцевый резонатор ZQ1; тактовые кнопки SB2—SB4, например, серии KLS7-TS6601; кнопка SB1 с фиксацией — MPS-580D-G (аналог PS580L); гнездо питания на плату DS-213. Остальные элементы — поверхностно монтируемые. Светодиоды HL2, HL3 — серии TO-3216. Светодиоды HL2, HL3 можно заменить выводными, как у автора статьи, и смонтировать вместе с HL1 вне платы на передней панели корпуса часов для более удобного считывания информации.

Предусмотрена возможность программирования микроконтроллера DD1 на плате. На стороне печатных проводников имеются шесть контактных площадок для припаивания шлейфа с проводами цифровых сигналов MOSI, MISO, SCK, RESET и питания "+", "−". Места их пайки отмечены на чертеже расположения элементов чёрными точками с надписями или знаками.

Модуль индикации HG1 со встроенным драйвером TM1637 монтируют со стороны установки выводных элементов через гнездо на плату PBS-4. **Обратите внимание**, цоколёвка у модуля индикации на схеме в статье указана неверно. Правильные номера выводов модуля: GND — 1, Vcc — 2, DIO — 3, CLK — 4.

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/01/clock.zip** на нашем сервере.*

МОРОЗ К. Генератор прямоугольных импульсов с качающейся частотой. — Радио, 2019, № 11, с. 45.

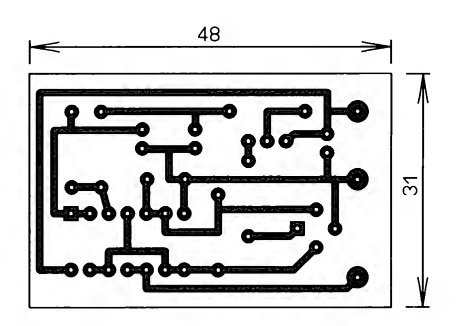
Печатная плата.

Чертежи печатной платы устройства и расположения элементов приведены на **рис. 2.** Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия.

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/01/gkch.zip** на нашем сервере.*

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ОГЛЕЗНЕВ В., ТОЛСТУХИН В. Музыкальный дверной звонок на звуковом сопроцессоре AY8910. — Радио, 1998, № 6, с. 42—43.



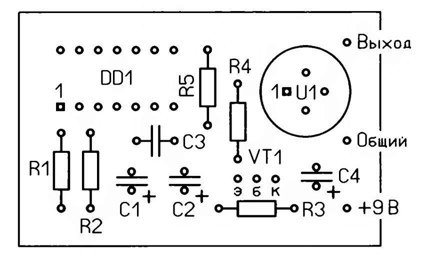


Рис. 2

Ошибки на схеме.

На схеме (рис. 1 в статье) выход микросхемы DD7 (КР1533ЛА2), к которому подключены резистор R5 и катод диода VD2, имеет номер вывода 8.

АХМАТОВ С., САННИКОВ Д. Варианты доработки лампового усилителя "Экрон". — Радио, 2019, № 7, с. 20, 21.

О резисторах R4 и R7.

На схеме (рис. 4 в статье) номиналы резисторов R4 и R7 должны быть не 1 Ом, а 1 МОм.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Редакция и авторы консультируют только по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и исключительно по техническим вопросам, имеющим прямое отношение к тому, о чём в них идёт речь. Консультации даются бесплатно. При отправке письма почтой вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы просим формулировать точнее и писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название и автора статьи, год, номер и страницу в журнале. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: <consult@radio.ru>. В строке "Тема" укажите название статьи или номер журнала, в котором она опубликована (например: РАДИО 01-2020).

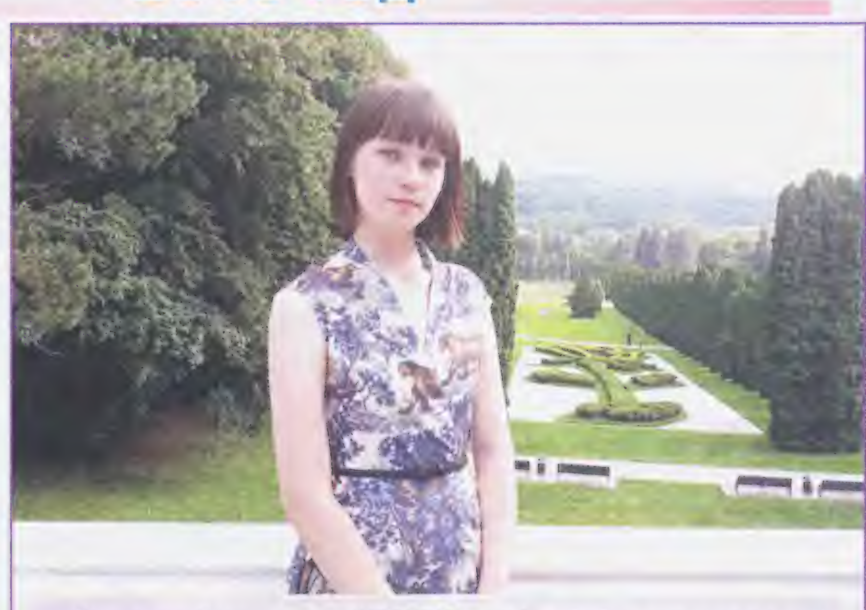


Молодёжный кубок А. С. Попова — 2019 год

С 2016 г. эти соревнования проводятся в ранге официальных. В 2019 г. они также были включены в единый план всероссийских мероприятий (спортивная дисциплина радиосвязь на КВ — телефон 14500618113, номер-код ЕКП Минспорта России — 34400). В них приняли участие 140 спортсменов (из них — 111 юношей и 39 девушек), 64 радиостанции (представили отчёты — 63; из них в зачёт — 47). Среди участников — два мастера спорта, 28 кандидатов в мастера спорта, 36 имеют первый спортивный разряд, семь — второй спортивный разряд, 13 — третий спортивный разряд, семь — первый юношеский спортивный разряд, три — второй юношеский спортивный разряд, четыре — третий юношеский спортивный разряд.

В спортивных соревнованиях среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" участвовали представители 39 субъектов Российской Федерации из восьми федеральных округов.

В индивидуальном зачёте (вид программы SO — радиостанция с одним участником в возрасте до 19 лет, все диапазоны) первое место заняла Анастасия Калашникова (UB6HPM) из пос. Горячеводский Ставропольского края. Её тренирует Валерий Самуилович Бессарабенко (R6FB). На втором месте — Арина Берлянская (RM5D) из г. Истры Московской обл., тренер — Андрей Владиславович Берлянский (RW3DU). Третий результат показала Алина Лихоманова из г. Черепаново Новосибирской обл., работавшая позывным RZ9OWN с коллективной радиостанции МКОУ СОШ № 4, её тренер — Андрей Геннадьевич Лихоманов (UA9OSB).



Анастасия Калашникова (UB6HPM) — победитель в индивидуальном зачёте.



Коллектив радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края (слева—направо): Антон Братчиков, Григорий Аникин (R0AI), Артём Васюк, Александр Иванович Смахтин (R0AA), Степан Куцук, Андрей Толщин.



Команда радиостанции R6BW МБОУ СОШ № 68 из пос. Колосистый Краснодарского края (слева—направо): Константин Мирошниченко, Алиса Гулак, Елизавета Еремеева.

В 2019 г., как и в предыдущие годы, команды коллективных радиостанций были разделены на три возрастные группы: радиостанции с двумя или тремя участниками в возрасте до 13 лет, с двумя или тремя участниками в возрасте до 15 лет и с двумя или тремя участниками в возрасте до 19 лет.

Среди команд коллективных радиостанций с участниками в возрасте до 13 лет на первое место, как и в прошлом году, вышел коллектив радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края. В составе этой команды выступали Владислав Ермолович (R0A-12), Матвей Коновалов (R0A-9) и Максим Нестеренко (R0A-10). Тренирует команду Пётр Петрович Бобровский (RX0AE). На втором месте в этой группе — команда радиостанции RK4W Дворца детского (юношеского) творчества из г. Ижевска в составе Захара Грибкова, Владислава Друга и Тимофея Блинова. Тренер команды — Павел Анатольевич Коробко (RX4WX). Третье место заняла команда радиостанции RC1O Дома детского творчества из г. Коряжма Архангельской обл., за которую выступали Ярослав Бертов, Даниил Кутилов и Максим Прусаков. Тренер команды — Сергей Михайлович Куку (UA1ORK).

В возрастной группе операторов до 15 лет победу одержала команда радиостанции R6BW МБОУ СОШ № 68 из пос. Колосистый Краснодарского края, в её составе выступали Константин Мирошниченко, Алиса Гулак и Елизавета Еремеева. Тренер команды — Анатолий Иванович Терещенко (R7BC). В прошлогодних соревнованиях эта команда была третьей. Второе место заняла команда R9GM из г. Березняки Пермского края в составе Дмитрия Набокина, Андрея Сягина (UB8FAY) и Артёма Буторина (UB8FAZ). Тренер команды — Михаил Вячеславович Набокин (R9GM). На третьем месте в этой группе — команда радиостанции RK6HWP МБУДО "Центр детского технического творчества" г. Изобильный Ставропольского края. В составе команды выступали Игорь Зайцев, Арина Мясоедова (R6H-105) и Андрей Селин. Тренирует команду Леонид Иванович Бычков (RA6FPW).



Максим Нестеренко (R0A-10), 11 лет, в соревнованиях "Кубок им. А. С. Попова" выполнил норматив первого взрослого разряда.

В "старшей" возрастной группе (до 19 лет) среди коллективных радиостанций, как и в прошлогодних соревнованиях, первенствовала команда R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края. В составе этой команды выступали Григорий Аникин (R0AI) и Анастасия Дорохова. Готовил команду к соревнованиям Александр Иванович Смахтин (R0AA). Второе место у "старшеклассников" заняла команда радиостанции ГБОУ ДО "Малая Академия наук "Искатель" UC6K (г. Симферополь, Республика Крым), за которую выступали Арина Кузьмичёва (R7KCX), Анна Потапова (R7K-017) и Владимир Кулиш (R7K-014). Тренер этой команды — Константин Валентинович Ернев (RX7K). На третьем месте в этой группе — команда RD8U МБОУ ДО "Центр детского творчества" из пгт Яя Кемеровской области, выступавшая в составе Андрея Шестакова, Виктории Харченко (UB9UXJ) и Евгении Шнайдер. Тренирует команду Виктор Александрович Сидельцев (RZ9UF).

Победители в трёх возрастных группах коллективных радиостанций и в индивидуальном зачёте будут награждены кубками, а занявшие вторые и третьи места — плакетками.

В общем зачёте среди спортивных команд субъектов РФ, как и в прошлом году, первенствовала команда Красноярского края. Второе и третье места поделили команды Краснодарского и Пермского краёв.

По результатам соревнований среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" выполнили норматив кандидата в мастера спорта 22 спортсмена, первый спортивный разряд — 33, второй спортивный разряд — 12, третий спортивный разряд — 23, второй юношеский спортивный разряд — шесть.

Вне зачёта в этих соревнованиях приняли участие спортсмены старше 19 лет. В группе индивидуальных радиостанций первенствовал Илья Кузьмин (RT3T) из г. Павлово Нижегородской обл. На втором месте — Владимир Малеев (R3AAA) из Москвы. Третье место в этой группе занял Евгений Сазанов (RW3FB) из г. Ивантеевка Московской обл.



На радиостанции RW0A (верхний ряд слева—направо): Виктор Глухов, Пётр Петрович Бобровский (RX0AE), Кирилл Ушкалов (UB0ALM); (второй ряд слева—направо): Владислав Ермолович (R0A-12), Матвей Коновалов (R0A-9), Максим Нестеренко (R0A-10).

SINGLE-OP

1	UB6HPM	146	438	30	468
2	RM5D	141	423	30	453
3	RZ9OWN	110	330	20	350
4	UB4YCE	46	138	20	158
5	RA9FWB	44	132	20	152
6	RY9FAA	13	39	20	59

MULTI-OP-19

1	R0AK	192	576	30	606
2	UC6K	185	555	20	575
3	RD8U	173	519	30	549
4	RM5A	165	495	30	525
5	RT5G	127	381	30	411
6	RK9CYA	121	363	20	383
7	UA0CDX	123	369	10	379
8	RM9A	114	342	20	362
9	RN3T	105	315	20	335
10	R6CF	95	285	30	315
11	RC9FC	98	294	20	314
12	RZ1AWD	81	243	20	263
13	R3MAI	65	195	20	215
14	UD6AAO	45	135	30	165
15	R4CGW	41	123	10	133

MULTI-OP-15

1	R6BW	177	531	30	561
2	R9GM	170	510	30	540
3	RK6HWP	125	375	30	405
4	RY4A	120	360	30	390
5	RN9T	111	333	20	353
6	RK3DXW	96	288	20	308
7	RC1AM	88	264	30	294
8	RZ3DZI	73	219	20	239
9	RK3IXB	69	207	20	227
10	RY6AAC	62	186	30	216
11	RC9MAA	65	195	20	215
12	RT4S	57	171	20	191
13	RA5AW	33	99	20	119
14	RM3ZF	21	63	20	83

MULTI-OP-13

1	RK0AZC	172	516	30	546
2	RK4W	164	492	30	522
3	RC1O	126	378	30	408
4	RO9T	127	381	20	401
5	RZ4PXP	67	201	20	221
6	RO5F	67	201	20	221
7	UG5R	56	168	30	198
8	RK3SAI	36	108	30	138

OM SINGLE-OP

1	RT3T	146	438	30	468
2	R3AAA	97	291	30	321
3	RW3FB	98	294	20	314
4	UA9SMU	83	249	10	259
5	RA0AY	45	135	30	165
6	RW0AJ	44	132	30	162
7	RO3F	28	84	20	104
8	RA7R	23	69	20	89

SWL

1	R6H-105	17	45	0	45
2	RZ5Z/SWL	5	15	20	35
3	R6H-107	11	29	0	29
4	R1A-426	17	29	0	29
5	R6H-111	9	23	0	23
6	R6H-104	8	20	0	20
7	R6H-110	6	14	0	14

Иностранные участники
OM MULTI-OP

1	D1CTT	21	63	20	83

В группе наблюдателей на первом месте — Арина Мясоедова (R6H-105) из г. Изобильный Ставропольского края. Второе место занял Никита Герасименко (RZ5Z/SWL) из г. Старый Оскол Белгородской обл. На третьем месте — Кирилл Касьян (R6H-107) из г. Изобильный Ставропольского края.

Среди иностранных участников в соревнованиях приняла коллективная радиостанция Донецкого республиканского центра технического творчества D1CTT. Она оказалась единственной в этой группе. В составе команды — Борислав Саган, Тимур Лепилов и Александр Порвин.

Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, число подтверждённых связей, число очков за подтверждённые связи, число очков за подтверждённые страны, итоговый результат. Полные технические результаты можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/y_popov_cup_2019_tab_site.pdf** на сайте журнала "Радио", а также по адресу **https://srr.ru/wp-content/uploads/2019/11/Protokol-GSK-Kubok-Popova-2019.pdf** на сайте Союза радиолюбителей России.

Юбилейные и "круглые" даты в истории нашего хобби в 2020 году

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008) и по радиолюбительским журналам разных лет.

95 лет назад 1925 год

Ночью 15 января нижегородские радиолюбители Фёдор Алексеевич Лбов и Владимир Михайлович Петров, имея передатчик с выходной мощностью 15 Вт, на волне 96 м дали вызов: "Всем, всем, здесь — РОССИЯ ПЕРВАЯ ФЕДОР ЛБОВ — R1FL" (подробнее см. [1]).

17—18 февраля состоялась первая московская губернская конференция старост рабочих радиолюбительских кружков. Были представлены 205 кружков, объединяющих 5000 радиолюбителей.

17 апреля 1925 г. на Парижском Международном конгрессе радиолюбителей был создан IARU. На конгресс прибыло около 300 человек из двадцати двух стран и одной территории — Ньюфаундленда. Что же касается СССР и территории Индокитай, то их радиолюбительские организации не представили в установленный конгрессом срок своих ратификационных документов. Правда, несколько опоздавший на конгресс И. А. Халепский (представлял ОДР РСФСР) на нём выступил (подробнее см. [2]).

Примечание. Созданная 22 декабря 1959 г. ФРС СССР стала членом IARU в июне 1962 г.

7 мая в Ленинградском электротехническом институте открылась радиовыставка, на которой впервые один из разделов был посвящён радиолюбительской аппаратуре.

6 июня в Московском Политехническом музее состоялась Первая Всесоюзная радиовыставка, на которой был раздел радиолюбительского творчества (передатчик R1FL и др.) и которая продолжалась более трёх месяцев.

В июне киевская газета "Радио — для всех" вышла тиражом 75 тысяч экземпляров. Вырученные деньги позволили достроить и пустить в эксплуатацию радиовещательную станцию.

15 сентября вышел первый номер двухнедельного журнала "Радио всем" (орган ОДР РСФСР, а с апреля 1926 г. — ОДР СССР).

Примечание. В качестве приложения к журналу выходили в 1927 г. (январь—апрель) "Радиолисток", 1927—1929 гг. — журнал-вкладка "RA-QSO-RK", 1929—1931 гг. — "CQ-SKW" (орган военно-коротковолновой секции ОДР СССР), дешёвые выпуски "Библиотечки радиолюбителя" и весьма популярная "Радиобиблиотека-копейка".

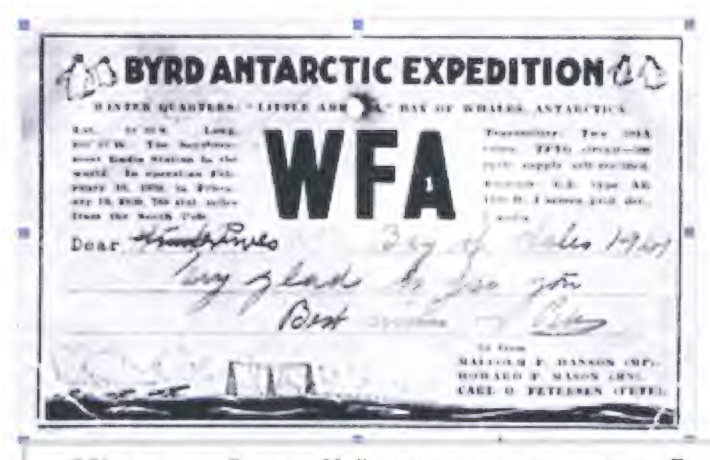


Первый номер журнала "Радио всем".

Осенью в разных городах РСФСР и в союзных республиках начали создаваться ячейки ОДР. Например, в Тифлисе (ОДР — "Закрадио"), Ленинграде, Орле, Казани, Самаре и в других городах, а в Киеве и Харькове — ТДР (ОДР на украинском языке).

90 лет назад 1930 год

12 января Эрнст Теодорович Кренкель (eu2EQ), работая с полярной станции "Бухта Тихая" на о. Гукера (Земля Франца-Иосифа — ЗФИ), установил рекордную по дальности радиосвязь на КВ со своим "антиподом" (расстояние приблизительно 20 тыс. км) — с базовой радиостанцией американской экспедиции Ричарда Берда в Антарктиде. Его передатчик мощностью 250 Вт (длина волны — 43 м) был им доставлен на остров и установлен 1 августа 1929 г. Мощность базового передатчика экспедиции Берда — 800 Вт, он находился на материковой антарктической базе "Little America". Устойчивая радиосвязь продолжалась свыше полутора часов. Позывной Эрнста Кренкеля был RPX, а Говарда Мэйсона (радист экспедиции Берда, ранее — 7BK, коротковолновик с 1917 г.) — WFA. Экспедиция на



QSL-карточка Говарда Мэйсона, радиста экспедиции Берда.

ЗФИ была доставлена из Архангельска ледоколом "Георгий Седов" (его радистом был Евгений Николаевич Гиршевич).



Говард Мэйсон, радист экспедиции Бэрда.

Стартовала двухгодичная Североземельская экспедиция под руководством Г. А. Ушакова. Её радистом был председатель Ленинградской СКВ



Первый "Справочник коротковолновика", 1930 г.

Василий Ходов (eu3CF). Базовый лагерь экспедиции находился на о. Домашний, откуда он работал позывным Xeu3CF. По возвращении домой всем четверым участникам экспедиции были вручены правительственные награды (В. Ходову — орден Трудового Красного Знамени).

Издаётся первый "Справочник коротковолновика", в котором были опубликованы списки позывных. Авторы: Байдин (eu2EW), Павлов (eu2DB) (М.: НКПТ, 1930, 64 с.).

Примечание. eu2DB — Павлов Сергей Павлович (Москва; ранее — 80RB; его аппаратура применялась на Бобруйских военных манёврах в сентябре 1929 г.; позже — U3AB; со второй половины 30-х годов — сотрудник разведорганов, "испанец", награждён орденом Красной Звезды; в 70-х годах — UA3AB; полковник ГРУ в отставке); eu2EW — А. К. Байдин (Москва; ранее — RK-554; секретарь ЦСКВ; позже — U3AC).

85 лет назад
1935 год

С января в Москве начинает выходить бюллетень "Коротковолновик" (основное содержание — материалы информационного характера).

В апреле были проведены Всесоюзные соревнования на 20-метровом диапазоне между любительскими радиостанциями Арктики и Большой землёй. Победил Абрам Бассин (UX3QQ), работавший с полярной станции мыса Лескин — 235 радиосвязей (21475 очков), второе место занял Борис Хитров (U9AF) — 568 радиосвязей (19665 очков).

Примечание. U3QQ — Бассин Абрам Григорьевич (родной брат "радиомамы" нескольких поколений львовских коротковолновиков Бассиной Мариам Григорьевны — UB5BB/U5BB, в начале войны пропал без вести под Винницей);

Бассин Абрам Григорьевич (U3QQ), 1940 г.

U9AC — Хитров Борис Николаевич (ранее — 69RA, au1AI, позже — U9AF; 7.05.1947 г. был награждён значком "Почётный радист").

В мае руководство коротковолновиками было передано в Осоавиахим (ОАХ). При ЦС ОАХ СССР был создан Комитет коротковолновиков (с сохранением предыдущего своего названия — ЦБ СКВ). ЦБ СКВ выпустило значок "Коротковолновик — активист эфира". Для его получения необходимо было провести QSO с каждым из десяти районов страны. Причём при каждом первом QSO с "новым" районом претендент на получение этого значка был обязан передать своему корреспонденту фразу "nw have QSO of USSR district" (с указанием числа районов, с которыми уже проведены QSO's). Для получения значка "Коротковолновик — активист эфира" необходимо было представить в ЦБ СКВ соответствующие QSL-карточки.

ЛСКВ была переименована в Ленинградский клуб радистов-коротковолновиков.

80 лет назад
1940 год

21 апреля Центральным советом оборонного общества был утверждён значок "Коротковолновик



Значок "Коротковолновик Осоавиахим СССР".

Осоавиахим СССР". Для его получения необходимо было сдать следующие нормативы: приём на слух и передачу несмыслового текста со скоростью 50 знаков в минуту, определить неисправность приёмно-передающей аппаратуры, знание правил станционно-эксплуатационной службы радиста (СЭС) и радиолюбительских кодов, навыки в проведении радиообмена.

Проводится 1-й Всесоюзный конкурс радиолюбителей-радистов. Первое место среди мужчин занял москвич, красноармеец С. Н. Мещеряков (приём: буквы — 180 знаков в минуту,


А. Д. Белокрылина.

цифры — 120; передача: буквы — 162, цифры — 95). Среди женщин — домохозяйка из г. Горького А. Д. Белокрылина (приём: буквы — 160 знаков в минуту, цифры — 100; передача: буквы — 150, цифры — 80) [3].

3 ноября были проведены очередные Всесоюзные соревнования коротковолновиков. Эти соревнования примечательны тем, что впервые в них принимали участие коротковолновики новых советских республик — эстонцы Келлен Мерн (ES9E) и Эрик Андерсон (ES4G).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г.** R1FL — наш первый "нелегал". — Радио, 2019, № 9, с. 53—56.

2. **Члиянц Г.** И. А. Халепский и его роль в развитии радиолюбительского движения. — Радио, 2018, № 1, с. 52, 53.

3. Список награждённых участников 1-го Всесоюзного конкурса радиолюбителей- радистов. — Радиофронт, 1940, № 14, с. 9.



QSL-карточка Келлена Мерна (ES9E).



QSL-карточка Эрика Андерсона (ES4G).

В нынешнем январе празднуется юбилейная дата — 200-летие открытия Антарктиды. Пусть не к открытию, но к освоению материка прямое отношение имеют люди, чьей профессией стало радио. Семь советских зимовочных антарктических, несколько сезонных научных станций работали на ледовом континенте в лучшие времена нашего государства. Сейчас часть законсервирована, действующих осталось всего пять. Для них, существующих в экстремальных условиях и в удалении на тысячи километров от привычной нам цивилизации, радиосвязь жизненно необходима. Радисты всегда работали в составе всех экспедиций. Одним из них был вологжанин Михаил Кутюмов, инженер-связист и радиолюбитель со стажем без малого 50 лет. Он — участник 28-й Советской антарктической экспедиции (САЭ): в 1982—1984-х годах работал на станции "Молодёжная". Эту яркую страницу профессиональной биографии помнит и по сей день, вплоть до мелочей. Вообще, Кутюмов — большой фанат Севера, человек с "полярной жилкой". Он уже выступал на страницах журнала "Радио" с рассказом об уникальной высокоширотной радиолюбительской экспедиции на остров Виктория в 2017 г. Но зачем человеку в Антарктиду, в эти тяжелейшие природные и психологические условия? Вот что он рассказал.

Как возникла идея отправиться в Антарктиду и как она осуществилась...

"В юности, ещё начинающим радиолюбителем, имея третью категорию (10 Вт выходной мощности и ограничения по частотам), мне удавались редкие дальние связи — Бразилия, Новая Зеландия, которые очень радовали. Но первый контакт с Антарктидой в начале 1970-х я воспринял по-особенному. Начал следить за публикациями об экспедициях в "Комсомольской правде". Запомнилась статья с цветными снимками в "Огоньке". Мастерство и квалификация постепенно росли, связи с Антарктидой уже не были чем-то выдающимся. Но по-прежнему будоражили душу. И вот однажды довелось стать невольным помощником при установлении радиомоста между дрейфующей станцией "Северный полюс" и Антарктидой. Это и послужило переломным моментом в принятии решения. Повзрослел, отслужил в армии. Пошёл работать на завод, учился на вечернем отделении института. Однажды, будучи в Ленинграде, посетил тамошнее сообщество ЛСКВ (Ленинградская секция коротких волн), где встретил радиолюбителя, зимовавшего на шестом континенте. И спросил напрямик: как туда попасть? Объявлений о приёме в состав экспедиций нигде не публиковалось. На следующий день отправился в ААНИИ (Арктический и антарктический научно-исследовательский институт), в отдел кадров. Условий оказалось три: (это по большому счёту) две рекомендации от участников зимовок, специальное образование и отменное здоровье. Для осуществления давней мечты момент настал самый подходя-

Антарктический радист

Елена АГЕНТОВА, г. Вологда

Континент без войн и без границ

Антарктида — материк на крайнем юге нашей планеты. Его омывают Атлантический, Индийский и Тихий океаны. Площадь — более 14,4 млн км^2, из них 1,6 млн км^2 — шельфовые ледники. На полюсе холода расположена российская станция "Восток", где зафиксирован рекорд самой низкой температуры минус 89,2 градуса. В Антарктиде располагаются точки самой низкой относительной влажности воздуха, самого сильного и продолжительного ветра и самой интенсивной солнечной радиации.

Об Антарктиде упоминал ещё древнегреческий философ Аристотель. Гипотеза о существовании далёкого материка поддерживалась учёными в Средние века. Начиная с XV столетия на поиски неизвестной земли отправлялись португальские и голландские экспедиции. Ближе всех к Антарктиде подошёл известный английский мореплаватель Джеймс Кук, но его экспедиция не смогла пробиться сквозь льды далее 71 градуса 10 минут южной широты.

К 1819 г. под особым покровительством императора Александра I была подготовлена новая экспедиция к Южному полюсу под руководством Фаддея Беллинсгаузена и Михаила Лазарева, которая летом отправилась из Кронштадта. 16 января по старому стилю их шлюпы "Восток" и "Мирный" подошли к берегу материка под 69 градусом южной широты. Так в 1820 г., 28 января по новому стилю, Антарктида была открыта русскими моряками. К лету 1821 г. они обошли вокруг всего ледяного континента, сделав множество географических открытий.

Исследования продолжила экспедиция норвежца Руаля Амундсена, 14 декабря 1911 г. она успешно достигла самой южной точки Земли. Но даже и тогда не было уверенности в том, что Антарктида — это цельный континент, а не покрытый ледником архипелаг. 17 января 1912 г. британская экспедиция Роберта Скотта дошла до Южного полюса, но полностью погибла на обратном пути. После этой трагедии люди появились на Южном полюсе только в 1956 г. Это была американская экспедиция под руководством Джорджа Дюфека, которая построила там научную станцию "Амундсен-Скотт". Американцы не искушали судьбу длительным переходом через материк, а прилетели на Южный полюс на самолёте и так же доставили все материалы. 14 декабря 1958 г. вглубь Антарктиды добралась советская экспедиция, которая установила на полюсе недоступности временную станцию.

В настоящее время на материке расположены полярные станции Чили, Аргентины, России, США и других стран — сезонные и постоянные. Их число доходит до 90. Люди работают в Антарктиде потому, что многие измерения невозможно сделать в автоматическом режиме. Необходимо постоянное присутствие персонала, обеспечивающего исправную работу аппаратуры при сильном воздействии погодных условий.

Антарктида является нейтральной территорией, которая может использоваться только в мирных целях. В соответствии с международной конвенцией об Антарктике, подписанной 1 декабря 1959 г. и вступившей в силу 23 июня 1961 г., Антарктида не принадлежит ни одному государству. Разрешена только научная деятельность. Запрещены размещение военных объектов, а также заход боевых кораблей и вооружённых судов южнее 60-го градуса южной широты.

Термин "Антарктида" ввёл в 1886 г. английский географ и океанограф Джордж Меррей, который предположил, что все географические открытия говорят о континенте. Окончательно эту гипотезу доказали только советские учёные в середине 1960-х годов, они составили полную карту Антарктиды, основываясь на данных сейсмографии и радиолокации. Но и в наши дни загадочный материк полностью не изучен.

Общероссийское движение поддержки флота заранее выступило с инициативой широко отпраздновать 200-летие открытия шестого континента. Эту инициативу поддержали Российское историческое общество, Русское географическое общество и другие общественные объединения. В рамках предстоящего юбилея запланированы многие мероприятия. Это организация парусной регаты по маршруту легендарного кругосветного плавания Беллинсгаузена и Лазарева, открытие монумента в честь русских первооткрывателей, поддержка научных исследований на Южном полюсе, проведение научных конференций. Радиолюбительскими организациями России учреждён ряд дипломов за работу с шестым континентом.

щий: институт закончил, женат ещё не был. В отпуске отправился в Подмосковье, где находился ближайший гидрометтехникум, который одолел после некоторой подготовки, сдав экзамены экстерном. Затем — в Ленинград, на медкомиссию и собеседования. Ожидание решения заняло полгода. За это время уговорил невесту подождать, по максимуму завершил текущие дела. В сентябре 1982 г. получил из ААНИИ подтверждение о зачислении меня в состав 28-й советской антарктической экспедиции (САЭ) в качестве старшего радиста радиобюро АМЦ (антарктический метеорологический центр) "Молодёжная" и инструкции о том, что необходимо проделать до отъезда. Хлопот было много, но всё успел. Во второй половине ноября уже спускался по трапу с ИЛ-18Д на желанную землю, точнее на лёд, единственного тогда нашего межконтинентального аэропорта в Антарктиде под названием "Гора Вечерняя".

Нет такой страны — Антарктида!

С иронией вспоминает Михаил советские реалии выезда за границу:

"Для получения разрешения на выезд за границу пришлось ещё предстать перед комиссией из ответственных товарищей: заслуженных коммунистов и прочих секретарей. Выясняли, каков моральный облик претендента, задавали провокационные вопросы. Один дед-революционер спросил: Югославия — какая страна, социалистическая или капиталистическая? А мне и самому хотелось бы это знать. Во главе комиссии сидела тётушка, которая уверяла, что нет такой страны Антарктида! Я говорю: это не страна, это ничейный материк, но чтобы туда добраться, надо за границу выехать. Она: А дальше как? Дальше будут другие страны и города. — Так в какой именно город? Вот такого уровня комиссия решала: достоин ты или не достоин поехать за рубеж. Обсудили характеристику с работы, решили, что достоин, выпустили".

Курьёзы со "страной Антарктидой" продолжились и по возвращении на родину. На родном заводе, откуда отбыл зимовщик в длительную командировку, выплачивали премии, 13-ю зарплату. Важно было сохранить трудовой стаж. По причине длительного отсутствия потребовалось подтверждение о заграничной командировке. Но в какой стране человек работал? Опять же — в Антарктиде! В заводском отделе кадров просили принести справку о том, что "Антарктида находится за рубежом"! В ответ на вопрос, где такие справки выдают, сказали: "Где взять — дело твоё, лишь бы с печатью". Пришлось побиться

и с военкоматом, который тоже требовал опорную для советского строя бумагу — "Справку":

"Перед отъездом все документы (паспорт, военный билет, комсомольский билет) сдавали в сейф отдела кадров ААНИИ. С собой имели загранпаспорт и паспорт моряка. В ААНИИ был так называемый "военно-учётный стол". Он и дал мне бумагу, чтобы меня сняли с учёта в Вологодском военкомате. Текст помню дословно: "Прошу снять с учёта гвардии старшего сержанта запаса М. С. Кутюмова, т. к. он в составе 28-й САЭ направлен для участия в экспедиции за рубеж, в Антарктиду, где райвоенкомат отсутствует. Подпись: Начальник ВУС ААНИИ такой-то". Эта незамысловатая бумага и выручила. В других же инстанциях крутили пальцем у виска или выдавали бюрократические отписки".



Разгрузка ИЛ-18Д в аэропорту "Гора Вечерняя".

Прибытие, "Гора Вечерняя"

"Антарктический аэропорт "Вечёрка" в те времена был нашей опорной авиабазой. Там ежедневно "Кировцами" с прицепом спецустройств, утяжелённых бетонными блоками, укатывали взлётно-посадочную полосу. И так — круглогодично. Для этого там зимовала бригада, которая еженедельно ездила за 27 км на "Молодёжку" в стационарную баню и на общие праздники. Тогда летал и садился на полосу классический пассажирский самолёт с колёсным (!) шасси. Потому что из ЮАР на лыжах не взлетишь и в воздухе не переобуешься. Вот как содержали полосу! Самолёт ИЛ-18Д не совсем обычный. "Д" — от слова "дальний". В пассажирском салоне были установлены дополнительные ёмкости с горючим. Позывной (он же и бортовой номер) RA-74267. Борт родом из правительственного авиаотряда, ранее служил "бортом № 1", был личным самолётом Н. С. Хрущёва во время его правления".

Первые впечатления

"С нами летели люди и на другие станции, с "Молодёжной" их развозили местными самолётами, ИЛ-14. Приятно, что среди коллег-радистов оказалось несколько радиолюбителей. В тот год советских зимовочных станций на материке было семь плюс две сезонные.

Встреча с Антарктидой произошла для меня довольно буднично: стоял морозец, где-то минус 15, лёгкая позёмка. Прилетели, загрузились в ГТТ, 27 км тряски до станции. Знакомство с уже почти отзимовавшими, размещение. Будущие квартиры были ещё заняты, временно поселились в специально подготовленных служебных помещениях. На следующий день мы с Юрием Кукареко (UA4HOV) были приглашены радиолюбителями 27-й САЭ. Их базой, как и коллективной любительской станцией "Молодёжной", было помещение приёмного радиоцентра. Хозяином и душой "коллективки" являлся Юрий Афанасьев (при знакомстве любил представляться так: "можно просто Серёжа"). В эфире были активны Валентин Мыкитенко (4K1CEY), Олег Неручев (4K1HK), Николай Лукашенко (UA1-144-001).

И вот первая неожиданность — на столе стоял бельевой таз со свежими помидорами и огурцами! Оказалось, что эти (и не только эти) овощи прекрасно растут на подоконниках в полярный день. Пока разогревалось горячее, бегло познакомились с оборудованием приёмного центра и принципами его функционирования в системе связи. Ну а далее... Традиционный обмен новостями, обсуждение характерных особенностей здешнего эфира и работы в нём. Рассказы о прошедшей зимовке, советы и пожелания. Подо всё это незаметно ушли привезённые нами четыре бутылки водки.

На следующий день уже начались будни. Мы были распределены по сменам. И начался процесс передачи опыта, правил, принципов, особенностей и пр. Честно говоря, я сильно волновался, удастся ли справиться, так как приём морзянки большей частью вёлся на телетайпные аппараты. Освоение новой для меня техники не вызвало никаких проблем, а вот с телетайпами ранее дел не имел. На полярные станции и суда телетайпы только-только начали поступать, передачу их радисты вели со всевозможных электронных ключей. Причём на очень высоких скоростях. А приём, как правило, на пишущие машинки. Помогло мне то, что на предприятии, где я работал (это "оборонка"), уже использовались компьютеры, и раскладка клавиатуры у них была телетайпная. Клавиши, правда, непривычно "проваливались", но это уже мелочи. Через неделю более-менее освоился и стал нести вахту самостоятельно, без подстраховки. Антарктический сезон уже начался, и рабочих рук был дефицит. С приходом первого корабля начала активную деятельность внутриконтинентальная авиация. Пришлось ещё осваивать новые специальности — авиадиспетчера и радионавигацию. Тут вообще затруднений не возникло. Разве что довольно нервно (начальство как всегда требовало "немедленно") проходил процесс устранения зимних повреждений антенных систем. Пришлось аврально почти сутки провозиться всем свободным наличным составом, не обращая внимания на ухудшившуюся погоду".

(Продолжение следует)

Осторожная пчела

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Одно время были популярны малогабаритные игрушки, которые перемещались по горизонтальной поверхности под воздействием вибрации, создаваемой виброзвонком (вибромотором), используемом в сотовых телефонах. Такую игрушку можно сделать более интересной, если она будет реагировать на приближение к ней пальца или руки играющего.



Рис. 1

Примером такой игрушки является пчела (**рис. 1**), её длина — 55 мм. В ней применён вибромотор, который питается от одного гальванического элемента типоразмера LR44. Этот элемент вместе с выключателем питания и вибромотором установлен в нижней части корпуса, на котором размещены "ножки" пчелы (**рис. 2**). Батарейный отсек закрывается крышкой, закреплённой винтом. Схема этой игрушки показана на **рис. 3**. Пружинные контакты держателя гальванического элемента припаяны непосредственно к выводам выключателя и держатся за них. Именно поэтому схема подключения выключателя не совсем обычная. Если в такую игрушку установить ёмкостное реле, она будет реагировать на приближение руки. Основой такого ёмкостного реле может быть микросхема TTP223-BA6 в корпусе SOT-23-6L. Подробное описание её работы и конструкций на её основе приведено в [1, 2].

SA1 "Вкл."
M1
M
G1
1,5 В

Рис. 3

Схема ёмкостного реле показана на **рис. 4**. Управляющие входы микросхе-



Рис. 2

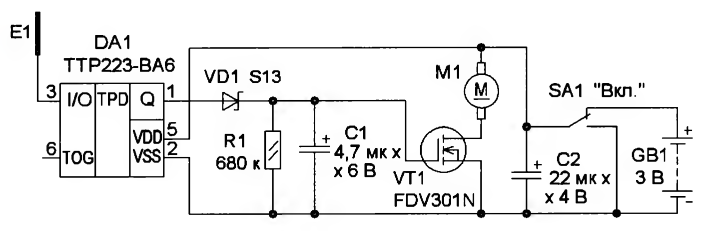


Рис. 4

мы DA1 оставлены свободными, поэтому она работает как нефиксирумая кнопка. После подачи питающего напряжения происходит калибровка микросхемы и на её выходе Q установится низкий логический уровень. При

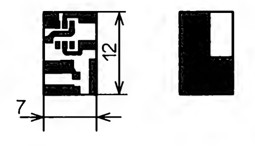


Рис. 5

приближении руки или пальца к сенсорному элементу E1 его ёмкость увеличивается и на выходе Q микросхемы DA1 появляется высокий уровень. При удалении руки или пальца ёмкость уменьшается и на выходе микросхеме снова установится низкий логический уровень.

Питающее напряжение поступает на вибромотор M1 через полевой транзистор VT1. В исходном состоянии на выходе Q микросхемы присутствует низкий логический уровень, конденсатор C1 разряжен, транзистор закрыт и вибромотор обесточен. При приближении или при прикосновении к "брюшку" пчелы на выходе микросхемы Q появляется высокий уровень, конденсатор C1 быстро заряжается через диод VD1, транзистор открывается, вибромотор начинает работать и пчела приходит в движение. Когда она удаляется от пальца или руки играющего, ёмкость уменьшается и на выходе микросхемы DA1 устанавливается низкий логический уровень. Но некоторое время напряжения на конденсаторе C1 будет достаточно для поддержания транзистора в открытом состоянии, поэтому пчела будет двигаться вперёд. Когда конденсатор C1 разрядится через резистор R1, транзистор закроется и пчела остановится. Времени, в течение которого разряжается конденсатор C1, достаточно, чтобы пчела отъехала от пальца на несколько сантиметров.

Большинство элементов ёмкостного реле установлены на двухсторонней печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 5**. Элементы установлены на одной стороне (**рис. 6**), а большая часть второй оставлена металлизированной и используется как общий провод, она соединена отрезками тонкого

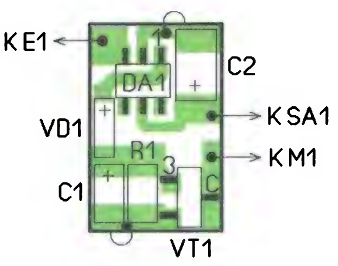


Рис. 6

Рис. 7

лужёного провода с печатными площадками первой стороны. Применены элементы для поверхностного монтажа, оксидные конденсаторы — танталовые типоразмера A, резистор — типоразмера 1206 или 0805, транзистор должен быть обязательно с пороговым напряжением не более 1 В и сопротивлением открытого канала не более нескольких ом. Диод S13 можно заменить любым маломощным малогабаритным диодом Шоттки.

Поскольку для питания ёмкостного реле на этой микросхеме необходимо напряжение 2...5,5 В, потребовалось применить батарею напряжением 3 В, что, в свою очередь, привело к доработке отсека питания пчелы. Для этого надо вынуть пружинные контакты батарейного отсека вместе с выключателем и аккуратно надфилем расточить отсек так, чтобы в нём поместились два гальванических элемента типоразмера LR1130 с суммарным напряжением 3 В. Следует учесть, что ёмкость батареи из этих двух элементов будет меньше ёмкости элемента LR44. После доработки контакты и переключатель устанавливают на место.

Ёмкостный датчик E1 — отрезок мягкой фольги, можно алюминиевой, которая приклеена только к "брюшку" с его внутренней стороны и соединена коротким отрезком провода с соответствующей контактной площадкой на плате. Плата размещена в голове пчелы, все соединения выполнены тонким обмоточным проводом. Для фиксации платы и контактов применён термоклей.

В режиме ожидания потребляемый устройством ток не превышает нескольких микроампер, поэтому устройство может находиться во включённом состоянии продолжительное время.

Изменив схему включения микросхемы, можно изменить алгоритм поведения пчелы. Например, соединив с линией питания вход TOG (вывод 6), ёмкостное реле станет работать как фиксируемая кнопка. То есть при первом прикосновении пчела начнёт движение, а при следующем — остановится.

В устройстве можно применить транзистор с p-каналом, например, IRLML2244 или IRLML6402. В этом случае ёмкостное реле следует собрать в соответствии со схемой, показанной на **рис. 7**. Но тогда потребуется корректировка топологии печатной платы.

Таким ёмкостным реле можно снабдить различные игрушки, как подвижные, так и неподвижные, которые после такой доработки смогут подавать световые, звуковые сигналы или речевые сообщения. Например, для кошек будет интересна такая игрушка в виде мыши.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Сенсорные выключатели (бесконтактные кнопки) на микросхеме TTP223. — Радио, 2018, № 5, с. 25—27.

2. **Нечаев И.** Комбинированный ИК + сенсорный выключатель. — Радио, 2018, № 7, с. 33—35.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/01/bee.zip** на нашем FTP-сервере.*



Виртуальный вольтамперметр для школьного кабинета физики

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

В продолжение темы моей статьи [1] предлагаю вниманию читателей ещё одно практическое применение разработанных самостоятельно приложений для смартфона с использованием возможностей среды программирования MIT App Inventor 2.

В школе на лабораторных работах по физике по теме "Законы постоянного тока" часто используют стрелочные вольтметры и амперметры с пределом измерения несколько вольт и ампер соответственно. Оживить и разнообразить процесс выполнения работы можно, заменив реальные приборы виртуальными. На **рис. 1** изображён вариант такого прибора, имеющего режимы измерения напряжения и силы тока на низкоомном элементе электрической цепи. Вольтметр позволяет измерять напряжение до 5 В, амперметр — ток до 2,5 А. Переключение режимов осуществляется с помощью приложения.

Схема устройства показана на **рис. 2**. Его основой является плата A2 Arduino Pro mini. Резисторы R1—R3 образуют делитель напряжения, а резистор R3 — резистивный датчик тока. При разомкнутых контактах K1.1 прибор измеряет напряжение в интервале 0...5 В, при замкнутых — ток в интервале 0...2,5 А. Элементы VD1 и R4 защищают вход АЦП микроконтроллера модуля Arduino Pro mini от повышенного напряжения и переполюсовки. Подробнее о защите входов микроконтроллеров можно прочитать в [2].

Транзистор VT1 управляет работой реле, переключая по команде модуля A2 режимы работы при измерениях или аварийной защите в режиме амперметра при КЗ во внешних цепях. Резистор R5 и конденсатор C2 позволяют уменьшить ток удержания якоря реле K1 почти в два раза по сравнению с номинальным значением. Bluetooth-модуль A1 обеспечивает передачу данных в приложение на смартфон и поступление обратных команд управления на модуль A2 из приложения. Питается устройство от аккумулятора G1 с номинальным напряжением 3,7 В. Преобразователь напряжения A3 повышает напряжение питания модулей A1 и A2 до 5 В. На транзисторах VT2 и VT3 и преобразователе напряжения A3 собран узел управления питанием всего устройства. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 устройство включается. При отсутствии измерений напряжения или тока отключение питания происходит автоматически приблизительно через одну минуту. В этом случае на выводе 3 модуля A2 появляется низкий логический уровень, что приводит к закрыванию транзистора VT3. Цепь C3R7R8 обеспечивает дополнительное время для запуска в работу микроконтроллера после кратковременного нажатия на кнопку SB1. Таким образом, прибор позволяет забыть о его выключении.



Рис. 1

Внешний вид изображений экрана приложения приведён на **рис. 3**. После его открытия нажимают на надпись "Подключение модулей", и в открывшемся окне выбирают требуемый вариант. При установлении связи появляется прямоугольная шкала вольтметра. Варианты изображений шкал показаны на **рис. 4**. При кратковременном нажатии на изображение шкалы происходит переключение в режим амперметра. При повторном касании происходит возврат в режим вольтметра. Каждое переключение в приложении

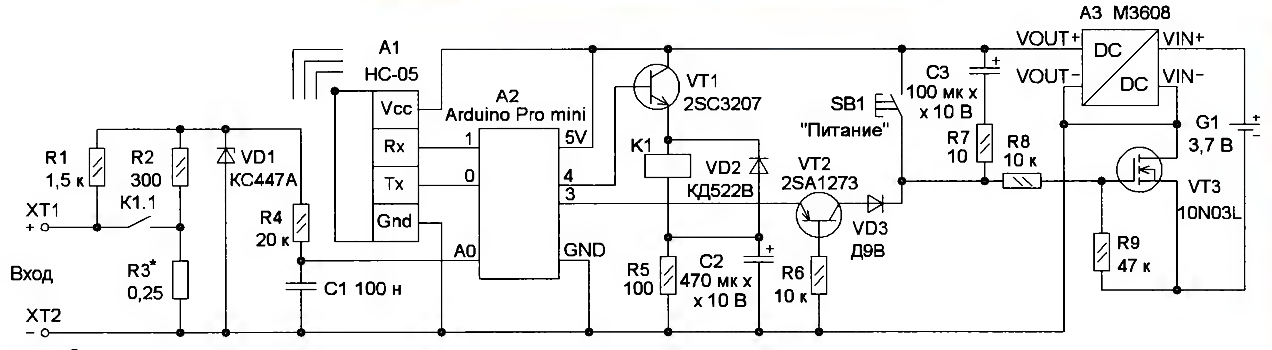


Рис. 2

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ

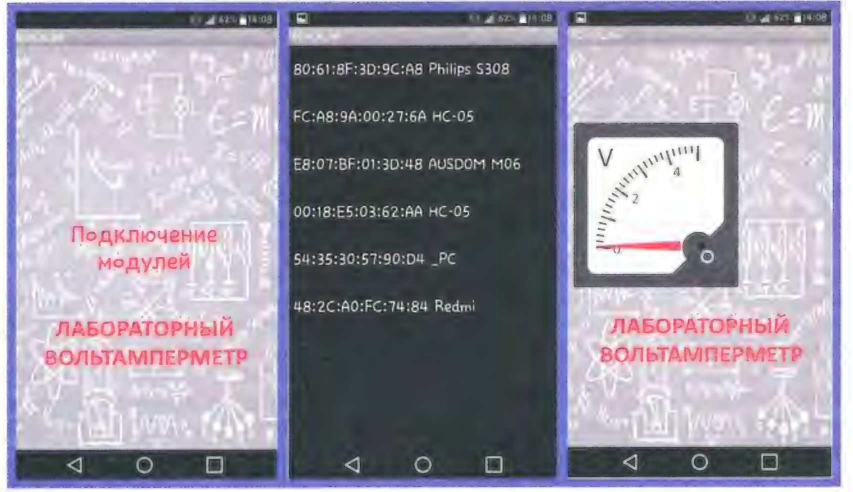


Рис. 3

В устройстве применены резисторы С2-23, МЛТ. Взамен диода Д9В можно применить диоды серии Д223, вместо КД522В — диоды КД522Б, КД521В. Зарубежным аналогом стабилитрона КС447А является Z47CH, допустимо использование стабилитрона КС407В. Реле К1 — HLS-4078-DC5V, HRS2H-S-DC5V-N с допустимым током одной группы контактов — 2...3 А. Замена полевого транзистора 10N03L — транзистор 20N03L.

Налаживание прибора сводится к подбору в скетче значений переменных **pV** и **pA** в соответствии с применёнными экземплярами резисторов R1—R3. В основной части скетча каждые полсекунды происходит опрос аналогового входа (значение переменной **dano**). Далее полученное значение преобразуется в значение угла (значение переменной **ugol**) поворота стрелки прибора в интервале от 0 до 90 градусов и отправляется в приложение. В нём по полученным значениям происходит поворот спрайта (англ. **Sprite** — фея, эльф — графический объект в компьютерной графике) с изображением стрелки на заданный угол.

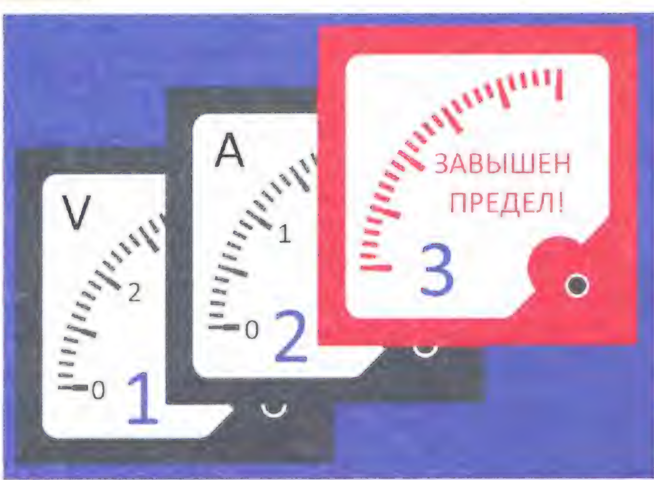


Рис. 4


Рис. 5

сопровождается словесным комментарием. При попытке измерить напряжение больше 5 В или силу тока больше 2,5 А появляется шкала 3. Пока клеммы прибора подключены к контролируемой цепи, звучит прерывистая фраза "Пре...пре...пре..". После отключения фраза произносится целиком, в авторском варианте: "Превышен предел измерения". После отключения для возвращения, например в режим вольтметра, достаточно два раза нажать на изображение его шкалы.

Элементы устройства, кроме готовых модулей, смонтированы на двух платах (**рис. 5** и **рис. 6**). Первая изготовлена из стеклотекстолита, вторая — из пластмассы, применён проводной монтаж. На первой плате размещены радиоэлементы, подключённые к выводу A0 платы Arduino Pro mini, на второй — остальные. Первая плата имеет размеры 30×38 мм, вторая — 15×50 мм. Датчик тока — резистор R3 изготовлен из отрезка высокоомной проволоки от старого реостата. Концы отрезка закреплены на печатных площадках двумя винтами M2 с гайками. Все модули помещены внутрь подставки прибора (см. рис. 1). Она изготовлена из батарейного отсека старого авометра. Кнопка SB1 для удобства налаживания продублирована, первая размещена на второй плате (рис. 6), вторая — на внешней поверхности основания (см. рис. 1).


Рис. 6

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Дистанционный многоточечный термометр для индивидуальной бани. — Радио, 2019, № 10, с. 39, 40.

2. Защита входов цифровой электроники. — URL: **http://cxem.net/beginner/beginner102.php** (01.08.19).

От редакции. Скетч для Arduino и приложение для смартфона находятся по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/01/va-metr.zip*** *на нашем сервере.*

Ответы на викторину "Питание микроконтроллеров"

("Радио", 2019, № 12, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. **Ответ — 0**. Входной конденсатор C1 обеспечивает устойчивость работы (отсутствие самовозбуждения) интегрального стабилизатора DA1. Он может отсутствовать, если вход стабилизатора соединяется с выпрямителем источника питания проводником длиной не более десятка сантиметров [1]. Этот конденсатор снижает требования к выходному импедансу выпрямителя, а также улучшает форму выходного напряжения при переходных процессах. Он должен быть соединён с выводами микросхемы стабилизатора печатными проводниками минимально возможной длины.

В справочных данных разных стабилизаторов рекомендована ёмкость конденсатора C1 от 0,1 мкФ до 22 мкФ. Для микросхемы NCP1117DT33 этот конденсатор должен быть керамическим или оксидным танталовым ёмкостью не менее 10 мкФ. Считается, что этого достаточно для большинства применений.

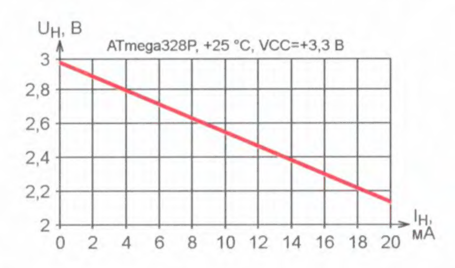
2. **Ответ — 0**. На первый взгляд может показаться, что входной и выходной токи линейного стабилизатора напряжения должны совпадать. Однако микросхема LE33CD (как и другие подобные) сама потребляет небольшой ток, втекающий через вывод 3 и вытекающий через вывод 2. В англоязычной литературе его называют "quiescent current" (ток покоя). У микросхемы LE33CD это — 0,5...1,5 мА.

Следовательно, входной ток I_1 у линейных стабилизаторов напряжения больше тока нагрузки I_2.

3. **Ответ — 1**. Линия порта одного микроконтроллера, если сконфигурировать её как выход и установить на ней высокий уровень напряжения, может служить источником питания другого микроконтроллера, причём имеется возможность его оперативного включения и выключения первым микроконтроллером. Вытекающий ток любой из выходных линий порта микроконтроллера ATmega328P не должен превышать 40 мА. Следовательно, указанный на схеме ток 20 мА, потребляемый микроконтроллером 2 (например, PIC16F628A), вполне допустим.

Напряжение стабилизации микросхемы BL8568CB3TR25 — 2,5 В, а минимальное падение напряжения на ней — 0,15 В. Следовательно, напряжение на выходе порта микроконтроллера, с которого напряжение поступает на вход стабилизатора, должно быть не менее 2,65 В.

Однако, если взглянуть на изображённую на **рисунке** нагрузочную характеристику порта микроконтроллера ATmega328P [2] при напряжении его питания 3,3 В, видно, что уже при токе нагрузки 8 мА это условие перестанет выполняться. С дальнейшим увеличением тока стабилизация нарушится, и напряжение на выходе стабилизатора станет меньше номинальных



2,5 В. Это нужно иметь в виду при практическом применении рассмотренного схемного решения.

4. **Ответ — 1**. Если бы назначением светодиода HL1 была индикация наличия напряжения питания микроконтроллера, то его вместе с резистором R1 следовало бы включить между выводами 1 и 2 интегрального стабилизатора DA1. В рассматриваемом случае светодиод светится, когда напряжение батареи GB1 выше 5,7...7 В. Если оно ниже (батарея разряжена), светодиод погаснет. При коротком замыкании на выходе стабилизатора DA1 напряжение VCC на микроконтроллер поступать перестанет, а светодиод сигнализирует об этом повышенной яркостью свечения.

5. **Ответ — 0**. Микросхема LM1117IMPX-ADJ — интегральный стабилизатор с регулируемым выходным напряжением. Его устанавливают резисторами R1—R3, необходимое сопротивление которых рассчитывают исходя из заданного выходного напряжения U_{OUT} и формулы

$$U_{OUT} = 1{,}25 \cdot \left(1 + \frac{R1 \cdot R2}{(R1 + R2) \cdot R3}\right).$$

На практике расчётные значения сопротивления резисторов получаются далёкими от стандартных номинальных значений наиболее распространённого ряда E24. Если, например, отказавшись от резистора R1, выбрать номиналы резисторов R2 и R3 из этого ряда ближайшими к расчётным (с допуском ±5 %), то выходное напряжение не совпадёт с заданным в среднем на ±7 %. Если нужна лучшая точность, то выходов два. Первый — применить прецизионные и более дорогие резисторы из рядов E48—E192 или подобрать их из имеющихся резисторов худшей точности. Второй — установить выходное напряжение немного большим заданного с помощью обычных резисторов R2 и R3, а затем уменьшить его до нужного значения, подключив резистор R1 и подбирая только его. Поскольку мощность, рассеиваемая резисторами R1 и R2, не превышает 10 мВт, умощнять их не требуется.

6. **Ответ — 1**. Компьютер может обеспечить микроконтроллер питанием через свой COM-порт. Для этого на выходных линиях RTS и DTR нужно программно задать высокие уровни напряжения (от 5 до 15 В, в зависимости от установленного в компьютере контроллера того порта). Линии CTS, RXD — входы, поэтому использовать их как источники напряжения не получится.

7. **Ответ — 1**. Шину USB довольно часто используют как источник питания микроконтроллерных устройств. Номинальное напряжение на её линии V_{bus} — 5 В, максимальный ток нагрузки которой 500 мА. Импульсные помехи, генерируемые компьютером, могут сбивать работу микроконтроллера, поэтому в линии питания последнего устанавливают фильтры. В рассматриваемом случае они образованы резисторами R1—R3 и конденсаторами C1—C3.

Однако микроконтроллер и сам генерирует импульсные помехи в цепи питания, поэтому те же самые RC-фильтры служат и для подавления помех, распространяющихся от микроконтроллера к компьютеру. Плохо экранированный соединительный кабель может излучать недостаточно подавленные помехи, что способно нарушить работу находящихся поблизости радиоприёмных устройств.

8. **Ответ — 0**. Логика работы рассматриваемого узла следующая. В исходном состоянии транзисторы VT1 и VT2 закрыты, напряжение питания на микроконтроллер не поступает. Нажатием на кнопку SB1 открывают транзистор VT2, чем подают напряжение питания +5 В на микроконтроллер. Заработавшая програм-

ма микроконтроллера первым делом должна установить на линии своего порта, соединённой с резистором R2, высокий уровень напряжения, чем открыть транзистор VT1. Теперь кнопку SB1 можно отпустить, поскольку она зашунтирована открытым транзистором. По этой же причине повторные нажатия на кнопку SB1 на состояние устройства влияния не оказывают.

Чтобы выключить микроконтроллер, его программа должна сменить высокий уровень на линии порта низким, закрыв этим транзистор VT1, а с ним и VT2. Такое состояние сохранится до следующего нажатия на кнопку SB1, которое вновь включит микроконтроллер.

9. **Ответ — 1**. Ионисторы — это малогабаритные конденсаторы сверхбольшой ёмкости, которые применяют для резервного питания в часах реального времени, системах хранения данных, в промышленной автоматике, а также в портативных устройствах высокой надёжности. Внутреннее сопротивление этого элемента довольно велико, например, у ионистора EECLF0H105 оно равно 20 Ом на частоте 1 кГц. Следовательно, для подавления высокочастотных помех ионисторы непригодны.

В рассматриваемом узле ионистор C1 обеспечивает питанием микроконтроллер в процессе "горячей" замены элементов питания G1 и G2. Предельная продолжительность работы устройства от ионистора в процессе этой замены зависит от его ёмкости и тока нагрузки, поэтому в каждом конкретном случае ионистор подбирают экспериментально. Резистор R1 ограничивает ток зарядки ионистора, чтобы не превысить его допустимое значение.

10. **Ответ — 1**. Хотя рассматриваемый узел — двухполюсник, это не электронный предохранитель, который разрывает цепь при превышении допустимого тока. Микросхема LM74610-Q1 [3] — контроллер "умного диода", которым служит n-канальный полевой транзистор VT1, защищающий микроконтроллер или другое устройство от подачи напряжения питания в обратной полярности.

В первый момент после подачи напряжения в правильной полярности канал сток—исток транзистора закрыт, поэтому ток нагрузки течёт через его защитный диод, на котором падает довольно значительное напряжение. Однако через 2 мкс микросхема DA1, имеющая в своём составе повышающий преобразователь напряжения, подаёт на затвор транзистора напряжение, открывающее канал. Его сопротивление значительно меньше, чем прямое сопротивление защитного диода. Поэтому падение напряжения на транзисторе резко уменьшается и остаётся таким на всё время работы устройства.

При неправильной полярности питающего напряжения и защитный диод, и канал полевого транзистора остаются закрытыми, так что напряжение на защищаемое устройство не поступает.

Контроллер LM74610-Q1 можно использовать с различными транзисторами и при напряжении между анодом (выв. 4) и катодом (выв. 8) этой микросхемы от +42 В до –45 В. Один из примеров его применения описан в [4].

11. **Ответ — 1**. Поскольку напряжение 4,5 В больше, чем 3,7 В, то при наличии обоих напряжений на микроконтроллер поступит именно оно. В этом режиме диод VD1 открыт, p-канальный полевой транзистор VT1 и его защитный диод закрыты, а литиевый элемент G1 отключён.

Если напряжение в цепи 4,5 В по какой-либо причине исчезает, открывается транзистор VT1 и через него напряжение элемента G1 3,7 В поступает на микроконтроллер. Чтобы снивелировать разницу напряжений, питающих микроконтроллер в одном и другом режимах, между выходом описанного узла и выводом питания микроконтроллера может быть включён стабилизатор напряжения на 3,3 В.

12. **Ответ — 1**. В цепь VCC_1 поступает напряжение 5 В (сумма напряжения стабилизации стабилитрона VD1 и прямого падения напряжения на светодиоде HL1), а в цепь VCC_2 — только 3,3 В (напряжение стабилизации стабилитрона VD1). Напряжения указаны номинальные, на самом деле из-за разброса параметров стабилитрона и светодиода они будут немного отличаться в ту или иную сторону.

У микроконтроллеров семейства STM32F номинальное напряжение питания — +3,3 В, а максимально допустимое — +4 В. Следовательно, использовать для питания такого микроконтроллера нужно цепь VCC_2. Светодиод HL1 может служить индикатором включения питания.

13. **Ответ — 0**. Современные высокопроизводительные микроконтроллеры требуют раздельного питания вычислительного ядра и встроенной периферии. В рассматриваемом случае напряжение питания на ядро подано через регулируемый интегральный стабилизатор DA1 ADP123AUJZ [5]. Его выходное напряжение U_{OUT} рассчитывают по формуле

$$U_{OUT} = 0{,}5 \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) = 0{,}5 \cdot \left(1 + \frac{10}{10}\right) = 1\ В,$$

если транзистор VT1 закрыт, или

$$U_{OUT} = 0{,}5 \cdot \left(1 + \frac{R1 \cdot (R2 + R3)}{R2 \cdot R3}\right) =$$

$$= 0{,}5 \cdot \left(1 + \frac{10 \cdot (10 + 24{,}9)}{10 \cdot 24{,}9}\right) = 1{,}2\ В,$$

если он открыт. Получается, что при смене на соединённом с затвором транзистора VT1 выходе порта микроконтроллера высокого логического уровня низким напряжение питания процессорного ядра уменьшается. Следовательно, его быстродействие также уменьшается.

14. **Ответ — 1**. Рассматриваемый узел предназначен для автоматического включения микроконтроллера при подключении к входу его АЦП внешнего источника звукового сигнала. При отстыкованной вилке XP1 транзистор VT1 закрыт, напряжение питания на микроконтроллер не поступает, и наоборот. В последнем случае затвор p-канального транзистора соединяется с общим проводом резисторами R3 и R1. Причём последний находится в устройстве-источнике звукового сигнала или в соединительном кабеле.

На резисторе R1 присутствует и звуковой сигнал, но это не приводит к открыванию и закрыванию транзистора VT1 в такт мелодии или речи, если максимальная амплитуда этого сигнала достаточно мала и не превосходит порогового напряжения использованного транзистора. На линейных выходах различных звуковоспроизводящих устройств она обычно не превосходит 0,7 В (0,5 Вэфф). А вот снимать сигнал с выхода мощного УМЗЧ, предварительно не ослабив его с помощью резистивного делителя, не рекомендуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. NCP1117/DNCP1117, NCV1117. 1.0 A Low-Dropout Positive Fixed and AdjustableVoltage Regulators. — URL: **https://ru.mouser.com/datasheet/2/308/NCP1117-D-1595886.pdf** (11.10.2019).

2. ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash. — URL: **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf** (12.10.2019).

3. LM74610-Q1 Zero IQ Reverse Polarity Protection Smart Diode Controller. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm74610-q1.pdf** (12.10.2019).

4. Реализация схемы монтажного "ИЛИ" с помощью контроллера LM74610-Q1. — URL: **https://www.compel.ru/lib/75979** (12.10.2019).

5. ADP122/ADP123 5.5 V Input, 300 mA, Low Quiescent Current, CMOS Linear Regulator. — URL: **https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP122_123.pdf** (12.10.19).

Обратите внимание!

*Для правильных ответов код — **3517**.*

Праздник отечественного Hi-End'a

Е. ЕПИФАНОВА, С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, г. Москва

(см. статью на с. 22)


Переносные стереосистемы компании WaveCraftLab.



Экспозиция Prophetmaster Audio.



Усилитель от Linear Installation.


Подготовка источника звука — студийного магнитофона.



Ламповый усилитель компании Solov'yev Sound System.



Экспозиция студии NewArtVinyl.



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Цена одного номера журнала 2020 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 300 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 2300 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 3000 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 2340 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 3120 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 50 USD, на год — 100 USD.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—12	110 руб.	180 руб.	310 руб.
2017	1—12	185 руб.	255 руб.	365 руб.
2018	1—12	220 руб.	310 руб.	420 руб.
2019	1—6	260 руб.	350 руб.	460 руб.
2019	7—12	280 руб.	370 руб.	480 руб.
2020	1—6	300 руб.	390 руб.	500 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы . При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000. Наложенным платежом редакция журналы не высылает!

Подписные индексы журнала по каталогам

- **Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772**
- **Официальный каталог Почты России П4014**
- **Объединённый каталог "Пресса России" 89032**

